

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2010

MARTINA NOVOTNÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**PAROPROPUSTNOST MEMBRÁNOVÝCH
TEXTILIÍ S REPELENTNÍ ÚPRAVOU PO
EXPOZICI VODNÍ SPRCHOU**

**VAPOUR PERMEABILITY OF MEMBRANE
MATERIALS WITH THE REPELLENT FINISH
AFTER THE EXPOSURE BY WATER SPRAY**

Martina Novotná

KHT- 728

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

Rozsah práce:

Počet stran textu... 32

Počet obrázků..... 2

Počet tabulek..... 7

Počet grafů 9

Počet stran příloh . 16

Paropropustnost membránových textilií s repelentní úpravou po expozici vodní sprchou

1. Uved'te přehled termofyziologických vlastností textilií a způsobů jejich hodnocení, včetně vysvětlení základních vztahů.
2. Opatřete nejméně 10 vzorků textilií laminovaných s mikroporézními polopropustnými membránami s vnější repelentní úpravou, a tyto vzorky podrobte různým stupňům praní v průmyslové pračce.
3. Po vyprání vzorky vystavte účinku simulovaného deště různé intenzity, resp. různě dlouhého trvání v zařízení BUNDESMAN instalovaném na Katedře oděvnictví FT. Vzorky po expozici uzavřete v utěsněných PE sáčkách.
4. U suchých a zavlhčených vzorků pak pomocí přístroje PERMETEST stanovte výparný odpor všech zmíněných vzorků. Výsledky měření zpracujte statisticky a vliv repelentních úprav vyhodnoťte z hlediska praktického používání testovaných textilií po opakovaném vyprání.
5. V závěru uveďte možnost využití získaných poznatků při marketingu ochranných oděvů.

Literatura: Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TUL-FT, 2005
Kuneš J. a kol. : Tepelné bariéry, Academia 2003

Konzultant: Ing. Iveta Vyskočilová

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci dne 13. května 2010

.....
Podpis

Poděkování

Poděkování patří mému vedoucímu bakalářské práce Prof. Ing. Luboši Hesovi, Drsc. za cenné rady a čas věnovaný mé práci. Dále bych chtěla poděkovat Katedře oděvnictví, jmenovitě Ing. Rudolfu Třešňákovi za jeho ochotu a trpělivost. Další dík patří Bc. Martě Paláskové za poskytnutí vzorků zkoušených materiálů. Velký dík patří také mé rodině za podporu při studiu.

ANOTACE

Cílem této práce je výzkum membránových materiálů s repelentní úpravou. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je odborně rozpracován pojem komfortu a zkoumaných materiálů. V praktické části je zjišťována propustnost pro vodní páry a výparný odpor membránových materiálů na přístroji Permetest po různých stupních praní. Druhou fází měření je hodnocení membránových materiálů za mokrého stavu. Pomocí přístroje Spray-test jsou vzorky zavlhčovány různými intenzitami umělého deště. Po zavlhčení je opět zjišťován výparný odpor a propustnost pro vodní páry. Výsledky jsou zpracovány do diagramů.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Komfort, Paropropustnost, PERMETEST, SPRAY-TEST, Membránové materiály

ANNOTATION

The aim of this research work is the membrane materials with the repellent finish. It is divided into theoretical and practical parts. The theoretical part develops the concept of comfort and the investigated materials. In the practical part is determined the permeability for the evaporation and water vapour resistance of membrane materials. This is measured on the device Permetest at various stages of washing. Secondly, the measurement of membrane materials under the wet condition and its evaluation follow. The samples are dampening with the artificial rain by the SPRAY-TEST device in various intensity. After moistening the evaporation resistance and the permeability to water vapour are measured again. The results are summarized in the diagrams.

KEY WORDS:

Comfort, Vapour permeability, PERMETEST, SPRAY-TEST, Membrane materials

1 OBSAH

1	OBSAH.....	7
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	10
2.1	Komfort	10
2.1.1	Psychologický komfort.....	10
2.1.2	Senzorický komfort	11
2.1.3	Termofyziologický komfort	12
2.1.4	Termoregulace lidského těla.....	12
2.2	Hodnocení termofyziologických vlastností textilií.....	13
2.2.1	Paropropustnost	14
2.2.2	Výparný odpor.....	14
2.3	Způsoby měření termofyziologického komfortu	15
2.3.1	Gravimetrická metoda	15
2.3.2	Metoda DREO	16
2.3.3	SKIN-model	16
2.3.3.1	Zkouška za stacionárních podmínek.....	16
2.3.3.2	Zkouška za nestacionárních podmínek.....	17
2.3.4	Měření pomocí přístroje Permetest.....	17
2.4	Měření pomocí přístroje Spray-test	18
2.4.1	Textilie a folie propustné pro vodní páry avšak nepropouštějící kapalnou vlhkost	20
2.4.2	Laminování užitím membrán	21
2.4.3	Využití membránových materiálů v armádě	21
3	PRAKTICKÁ ČÁST	23
3.1	Popis vzorků	23
3.1.1	3-vrstvý laminát Salima 3L	25
3.1.2	3-vrstvý laminát Darwin 3L	25
3.1.3	2,5-vrstvý laminát Darwin 2,5L	25
3.1.4	2,5-vrstvý laminát Jason 2,5L.....	26
3.1.5	3-vrstvý laminát Proline	26
3.1.6	3-vrstvý laminát Lagen Laminat.....	26
3.2	Měření za sucha	27
3.3	Měření za mokra.....	29
3.3.1	Zavlhčení se 100 ml vody.....	29
3.3.2	Zavlhčení s 250 ml vody	30
3.3.3	Zavlhčení s 550 ml vody	31

3.3.4	Celkové výsledky měření za mokra.....	31
3.3.5	Měření za mokra s nepropustnou fólií.....	38
3.4	Závěr.....	42
4	LITERATURA	44
5	SEZNAM OBRÁZKŮ	45
6	SEZNAM TABULEK	45
7	SEZNAM GRAFŮ	45
8	SEZNAM PŘÍLOH	45
9	PŘÍLOHA	46

Úvod

Bakalářská práce pojednává o paropropustnosti membránových materiálů. Membránové materiály jsou v dnešní době používány čím dál více a dostává se jim velké popularity ve sportovním světě. Materiály, kterými se zabývá tato práce, jsou poskytnuty od Armády České republiky. Téměř stejné materiály se používají i pro civilní účely, jako jsou například bundy nebo kalhoty. Z toho vyplývá, že práce není přínosná pouze pro účely armády, ale i pro výrobce, prodejce a zákazníky, kteří se zajímají o tyto materiály a kupují je.

Vzorky membránového materiálu byly testovány na přístroji Spray-test, protože přístroj Bundesman nebyl k dispozici. Vzorky poskytnuté k této práci byly již podrobeny praní v průmyslové pračce různým stupněm vyprání. Pro časovou náročnost měření vzorků také nebyl proveden marketingový výzkum.

Úvodem práce je zmíněn termofyziologický komfort textilií a vysvětlení pojmů paropropustnost a výparný odpor, které jsou pro tuto práci klíčové. Také jsou podrobně vypsány všechny způsoby měření termofyziologického komfortu, mezi které patří i měření na přístroji PERMETEST, který byl použit.

V praktické části jsou měřeny membránové materiály. Měření jsou rozdělena na dvě fáze. První fází je měření vzorků za suchého stavu, kdy je zjišťována paropropustnost a výparný odpor. Druhou fází je měření těchto vzorků za mokrého stavu, kdy je zjišťován zdánlivý výparný odpor a relativní chladicí tok. Mokřým stavem se rozumí zavlhčení vzorků pomocí přístroje SPRAY-TEST. Vzorky jsou zavlhčovány třemi různými intenzitami destilované vody, která má simulovat umělý déšť.

Cílem práce je zjistit, jaké hodnoty paropropustnosti a výparného odporu budou mít membránové materiály. Při různém zavlhčení vzorků by se měli projevit rozdíly v těchto hodnotách. V podstatě jde o zjištění, jak bude materiál reagovat při různých intenzitách deště, a jak bude lidské tělo reagovat na změny tohoto jevu.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Komfort

Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Subjektivně je tento pocit brán jako pocit pohody. Nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v tomto stavu setrvat a pracovat.

Komfort je vnímán všemi lidskými smysly kromě chuti, v následujícím pořadí důležitosti: hmat, zrak, sluch, čich.

Při diskomfortu mohou nastat pocity tepla nebo chladu. Pocity tepla se dostavují při větším pracovním zatížení nebo při působení teplého a vlhkého klimatu. Pocity chladu se dostavují především jako reakce na nízkou teplotu klimatu nebo nízké pracovní zatížení.

Komfort lze zjednodušeně definovat jako absenci znepokojujících a bolestivých vjemů. Komfort dělíme na psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. [1]

2.1.1 Psychologický komfort

Psychologický komfort můžeme rozdělit podle několika různých hledisek:

- Klimatická hlediska: typické denní oblečení by mělo v první řadě respektovat tepelně-klimatické podmínky, které jsou podmíněny geograficky (u zvířat směrem k pólům velikost jedince roste a zmenšují se vyčnívající části těla – roste poměr objemu těla ku povrchu těla). Jako přirozená ochrana proti zvýšenému UV záření v tropech se vytvořil kožní pigment. Oděv vhodný pro dané podmínky se stává normou.
- Ekonomická hlediska: zahrnují přírodní podmínky obživy, výrobní prostředky, politický systém, úroveň technologie apod.
- Historická hlediska: lidé mají sklon k výrobkům vyrobených z přírodních materiálů, k výrobkům napodobujícím přírodu, k výrobkům přírodní vůně. Vzniká tradice v životním stylu a módě.

- Kulturní hlediska: sem patří zvyky, tradice, obřady, náboženství (v zemích islámu jsou ženy někdy zcela zakryté oděvem. Tento oděv však chrání pokožku před negativními účinky UV záření).
- Sociální hlediska: věk, vzdělání a kvalifikace, sociální třída, postavení nebo pozice v této třídě. Psychologický komfort vysokého postavení v příslušné třídě demonstrováný odlišným oděvem může kompenzovat nízkou úroveň komfortu termofyziologického.
- Skupinová a individuální hlediska již patří do oboru oděvního návrhářství a zahrnují módní vlivy, styl, barvy a lesk, trendy, osobní preference. [1]

2.1.2 Senzorický komfort

Senzorický komfort zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky a první vrstvy oděvu. Pocity vznikající při styku pokožky a textilie mohou být příjemné, jako pocit měkkosti, splývavosti nebo naopak nepříjemné a dráždivé, jako je tlak, pocit vlhkosti, škrábání, kousání, píchání, lepení apod.

Senzorický komfort lze rozdělit na komfort nošení a na omak.

Komfort nošení oděvů zahrnuje:

- povrchovou strukturu použitých textilií,
- vybrané mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvním systému,
- schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti.

V posledním bodě senzorický komfort souvisí s komfortem fyziologickým.

Omak je veličina značně subjektivní a špatně reprodukovatelná založená na vjemech prostřednictvím prstů a dlaně. Při jistém zjednodušení lze omak charakterizovat těmito vlastnostmi:

- hladkostí (součinitelem povrchového tření),
- tuhostí (ohybovou a smykovou),
- objemností (lze nahradit stlačitelností),
- tepelně-kontaktním vjemem. [1]

2.1.3 Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort poskytovaný oděvem lze hodnotit buď pomocí přístrojů, které přesně charakterizují příslušný fyzikální děj, ale bez přímého vztahu k podmínkám platícím v systému pokožka – oděv – prostředí, nebo lze přenos tepla a vlhkosti měřit za podmínek blízkých fyziologickému režimu lidského těla. Druhý postup v posledních letech převažuje, neboť umožňuje hodnotit termofyziologický komfort věrněji než metody první skupiny.

Termofyziologický komfort nastává za těchto optimálních podmínek:

- teplota pokožky $33 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$
- rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10\text{ cm.s}^{-1}$
- obsah CO_2 $0,07\%$
- nepřítomnost vody na pokožce [1]

2.1.4 Termoregulace lidského těla

Úkolem termoregulačního systému je zejména udržovat vnitřní teplotu lidského těla v daném teplotním intervalu. Metabolické postupy s pomocí buněčných enzymů zdržují v tělesném jádru optimální teplotu asi 37°C . Pouze při této teplotě probíhají harmonicky různé životní funkce. Pro celý organismus platí, že jeho vnitřní teplota zůstává konstantní, jestliže je množství tepla vyprodukované tělem rovno teple odevzdanému do okolního prostředí. [1]

Tělesná teplota obecně není zcela stálá, je různá na různých místech těla i v těchto místech kolísá v závislosti na fyziologickém stavu těla a okolních podmínkách. Nejvyšší teplotu $34\text{--}36\text{ }^{\circ}\text{C}$ naměříme na nejlépe prokrvených částech těla. Člověk se cítí dobře pokud průměrná teplota tělního obalu, to je pokožky, leží mezi $32 - 34\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V podmínkách, kdy organismus tedy nemusí regulovat teplotu lidského organismu, nedochází k termoregulaci. Při normálním prokrvení organismu nedochází k pocení a ani nenastává pocit chladu. Je to tedy stav, ve kterém člověk vydrží pracovat neomezeně dlouho, stav fyziologické, psychologické a fyzikální harmonie mezi člověkem a okolím.

Tento stav vyjadřuje stav tepelné pohody nebo jinými slovy termofyziologického komfortu. [1]

Lidské tělo představuje biologický systém, který se však vedle mimořádné složitosti anatomické, fyziologické i fyzické vyznačuje pozoruhodnou funkcí tepelné bariéry, jež je součástí termoregulačního systému v těle. Přirozená tepelná ochrana těla pomocí řízené tepelné bariéry však přes svou dokonalost může selhat, jsou-li překročeny omezující podmínky pro její řízení, či dojde-li k jejímu poškození.

Vnitřní tepelná bariéra je přirozenou bariérou a spolu s vnější umělou bariérou chrání tělo před účinky horka či chladu, jinak před přehřátím (hypertermií) či podchlazením (hypotermií). Obě bariéry si lze přestavit jako proměnné tepelné odpory sloužící k řízení tělesné teploty v lidském těle.

Základní část přirozené tepelné bariéry tvoří kůže. Pro termoregulační systém je nejdůležitější část kůže dermis. Představuje vlastní kožní vrstvu obsahující krevní cévy, nervy a potní žlázy, ale i smyslové receptory tepla a chladu. Vnitřní tepelná bariéra má složku statickou a dynamickou. Statická složka vzniká přirozeným uspořádáním jednotlivých anatomických vrstev těla, jejichž tepelná vodivost směrem od povrchové kožní vrstvy k nitru roste. Dynamická složka vnitřní tepelné bariéry je součástí termoregulačního systému v těle a je úzce spojena s krevním oběhovým systémem zajišťujícím přenos energie organizmem.

Vnější umělá tepelná bariéra je vytvářena oblečením. Vzniká tak tepelný odpor mezi povrchem těla a okolím. Důležitými vlastnostmi oděvu jako tepelné bariéry je vedle tepelné prostupnosti pórovitost, pohltivost povrchu, barva a další vlastnosti, umožňující vedle vedení tepla též jeho přestup konvekcí, radiací a vypařováním. [2]

2.2 Hodnocení termofyziologických vlastností textilií

Termofyziologické vlastnosti textilií hodnotíme pomocí dvou parametrů a těmi jsou paropropustnost a výparný odpor. Druhý parametr má mimořádně důležitou úlohu při ochlazování těla odpařováním potu z povrchu pokožky. Úroveň ochlazování závisí především na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí, a dále pak na propustnosti oděvní soustavy pro vodní páry. Místo parametru

paropropustnost zde můžeme použít parametr výparný odpor, který u měření simulujících reálné přenosové jevy při nošení oděvu přímo charakterizuje tepelné účinky vnímané pokožkou vznikající v důsledku odparu potu. Zde je pak nutno rozlišovat celkový výparný odpor oděvu a výparný odpor vrstvy vnějšího přilehlého vzduchu, tzv. mezní vrstvy. Podobně i celkový tepelný odpor oděvu sestává z tepelného odporu vlastního oděvu a tepelného odporu mezní vrstvy. [1]

2.2.1 Paropropustnost

Přístroj Permetest měří relativní propustnost textilií pro vodní páry p [%], což je nenormalizovaný, ale velmi praktický parametr, kde 100% propustnost představuje tepelný tok q_0 , vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru, jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží o hodnotu q_v . Paropropustnost se vypočítá dle vzorce:

$$p = 100 (q_v/q_0) \quad [\%] \quad (1)$$

2.2.2 Výparný odpor

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_0^{-1}) \quad [\text{Pa.m}^2/\text{W}] \quad (1)$$

P_m nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice [Pa]

P_a parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru [Pa] [1]

2.3 Způsoby měření termofyziologického komfortu

Termofyziologický komfort lze hodnotit čtyřmi způsoby. Prvním způsobem je již méně používaná a nepřesná Gravimetrická metoda. Druhým způsobem je Metoda DREO. Dalším je SKIN MODEL, který lze provádět za stacionárních i nestacionárních podmínek. Posledním, a zároveň jediným nedestrukčním způsobem, je stanovení termofyziologického komfortu pomocí přístroje PERMETEST. [1]

2.3.1 Gravimetrická metoda

K měření touto metodou je třeba klimatizační skříň s teplotou 20 ± 2 °C, s relativní vlhkostí 60 ± 2 % a maximální rychlostí proudění vzduchu $0,2 \text{ m.s}^{-1}$. Dále jsou třeba analytické váhy s přesností 10^{-4} g, lehké hliníkové eloxované zkušební misky kruhového tvaru s plochou $S = 30 \text{ cm}^2$, matice se závitem a těsnícím kroužkem a víčky na zkušební misky s těsnícím kroužkem, raznice o průměru 71,4 mm k vysekávání kruhových vzorků plošných textilií a vysoušedlo – silikagel T dle ON 65 4655 středně porézní o zrnitosti 0,4 až 1,6 mm, které na spodní straně zkoušené textilie zajišťuje nulovou relativní vlhkost.

Měření touto metodou spočívá v upevnění kruhového vzorku textilie na misku obsahující silikagel, zvážení misky se vzorkem před expozicí v klimatizační skříni, zvážení po 6-ti hodinové expozici (po uplynutí doby) a výpočtu relativní propustnosti dle vztahu:

$$P_{rel} = (G_I - G_0) / G_0 \quad [\%] \quad (1)$$

nebo také propustnosti absolutní

$$P_{abs} = (G_I - G_0) / S \tau \quad [\text{kg/m}^2 \text{ hod}] \quad (1)$$

Nevýhodou metody je její zdlouhavost a nízká přesnost, která je dána časově nelineární sorpcí vysoušedla. Proto se od této metody opouští. Podobně se opouští od starší metody přímé, kde byl vážením zjišťován úbytek vody v misce překryté vzorkem a vystavené proudu vzduchu o rychlosti 1 m/s. Obě metody lze provozovat i v obráceném režimu. [1]

2.3.2 Metoda DREO

Při hodnocení termofyziologického komfortu touto metodou je vzorek upevněn na podložku mezi dvě polopropustné vrstvy. Pod spodní vrstvou je voda a přes vrchní vrstvu proudí suchý vzduch. Spodní vrstva chrání a odděluje vzorek od vodní hladiny a vrchní vrstva před průnikem vzduchu. Ztráta vody zde není určována vážením, ale je odečítána na stupnici skleněné kapiláry. Měření se provádí po dobu 15 minut. [1]

2.3.3 SKIN-model

Základem přístroje je vyhřívaná a zavlhčovaná porézní deska označovaná jako „model kůže“ sloužící k simulaci procesů přenosu tepla a hmoty, ke kterým dochází mezi lidskou pokožkou a okolím. Měření zahrnující jeden nebo oba přenosy se mohou provádět buď separátně nebo při měnících se vnějších podmínkách, zahrnujících kombinaci různých teplot, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu. Naměřené hodnoty mohou tedy odpovídat rozdílným ustáleným i proměnlivým okolním podmínkám nošení oděvu. [1]

2.3.3.1 Zkouška za stacionárních podmínek

Zkušební vzorek se umístí na elektricky vyhřívanou desku o teplotě 35 °C obtékanou vzduchem proudícím paralelně s jeho povrchem desky o rychlosti 1m.s^{-1} a teplotě 20 °C (při měření tepelného odporu) nebo 35 °C (při měření propustnosti pro vodní páry). Po dosažení ustálených podmínek celého systému (což běžně trvá několik hodin) se měří vhodným přístrojem (elektrickým wattmetrem) příkon vytápěné desky.

Při určování propustnosti textilie pro vodní páry je vyhřívaná porézní deska pokryta celofánovou membránou propouštějící vodní páry, ale nepropouštějící vodu. Voda přiváděná k vyhřívané desce se odpařuje a prochází membránou ve formě páry, takže zkušební vzorek nepřijde do kontaktu s vodou. V důsledku odparu, jehož intenzita je přímo úměrná propustnosti textilie pro páru, teplota desky má tendenci klesat. Tepelný příkon přiváděný do desky s cílem udržovat původní teplotu desky (zde 35 °C – jde o izotermický děj), je pak mírou propustnosti textilie pro páru. Aby při měření tohoto příkonu byly

sníženy tepelné ztráty do okolí, je porézní měřicí deska ze stran i zdola obklopena elektronicky stabilizovanou izotermní plochou.

Nevýhodou tohoto způsobu měření tepelného příkonu a tedy i termofyziologických vlastností textilií je vysoká tepelná setrvačnost celého zařízení. Jedno měření pak může trvat i více než 1 hodinu. Během této doby často dochází ke kondenzaci vlhkosti ve vlastním vzorku. Výsledek měření tak bývá zkreslen. [1]

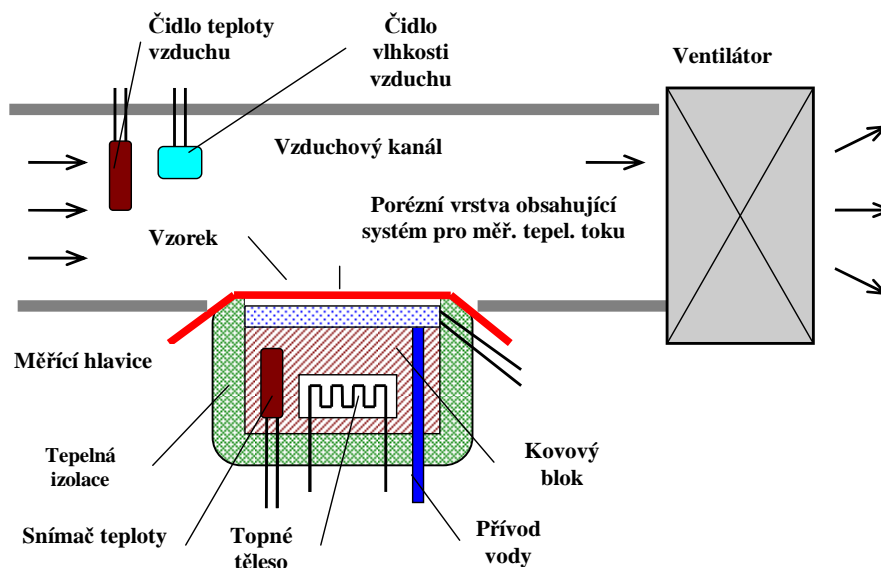
2.3.3.2 Zkouška za nestacionárních podmínek

Touto zkouškou se pomocí SKIN modelu měří regulační účinek z parní fáze, který určuje komfort nošení textilií nejbližších pokožce za podmínek intenzivního pocení, kde pot se však ještě z potních kanálků kůže stačí vypařit. Tento děj lze simulovat pomocí hydrofilní tkaniny umístěné na porézní vyhřívané desce a zavlhčené 4 cm³ vody, která se odpařuje. Měřicí čidla ve vzduchovém prostoru mezi porézní deskou a vzorkem měří časový průběh teploty a vlhkosti podle nastaveného režimu impulsů pocení.

Aby byl respektován vliv konvekce v mikroklimatu dané pohybem těla nositele, může se vzorek navíc rytmicky pohybovat pomocí elektricky poháněných nit'ových tahů. [1]

2.3.4 Měření pomocí přístroje Permetest

Přístroj je svou podstatou výše popsáný tzv. SKIN MODEL malých rozměrů založený na přímém měření tepelného toku q procházejícího povrchem tohoto tepelného modelu lidské pokožky. Povrch modelu je porézní a je zavlhčován, čímž se simuluje funkce ochlazování pocením. Na tento povrch je přiložen přes separační folii měřený vzorek. Vnější strana vzorku je ofukována. [1]



Obrázek č.1: Schéma přístroje Permetest [1]

Při měření výparného odporu a paropropustnosti je měřicí hlavice (skin model) pomocí elektrické topné spirály a regulátoru udržován na teplotě okolního vzduchu (obvykle 20 – 23°C), který je do přístroje nasáván. Tím jsou zajištěny izotermické podmínky měření. Při měření se pak vlhkost v porézní vrstvě mění v páru, která přes separační fólii prochází vzorkem. Příslušný výparný tepelný tok je měřen speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu. V obou případech se nejdříve měří tepelný tok bez vzorku a poté znovu se vzorkem a přístroj registruje odpovídající tepelné toky q_0 a q_v .

Při měření tepelného odporu textilního vzorku je suchá měřicí hlavice udržována na teplotě o 10-20 °C vyšší než je teplota okolního vzduchu. Tepelný tok odváděný ze vzorku konvekcí do okolního proudícího vzduchu je opět registrován.

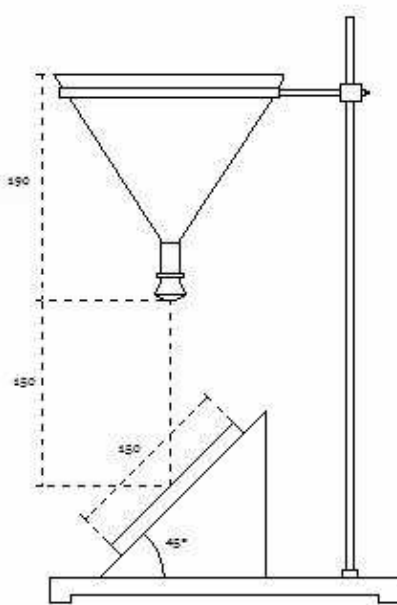
Výhodou je krátká doba měření a možnost provádět měření v jakýchkoliv běžných klimatických podmínkách. [1]

2.4 Měření pomocí přístroje Spray-test

Na přístroji Spray-test probíhalo měření dle normy ČSN EN 249 20 Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení. Tato norma je také nazývána zkrápěcí metoda. Norma se používá pro stanovení voduodpudivosti textilie.

Zkouška probíhá následujícím způsobem. Vzorek textilie je upevněný v držáku pod úhlem 45°. Textilie v držáku je zkrápěna 250 ml destilované vody. Střed vzorku je ve vzdálenosti 150 mm pod zkrápěcí trubicí. Stupeň odolnosti textilie vůči povrchovému smáčení se hodnotí pomocí předepsané srovnávací stupnice s porovnáním zkrápěné textilie. Použití slovní srovnávací stupnice je vhodné zejména pro textilie s tmavším odstínem barvy.

Zkoušené vzorky by měli být alespoň 24 hodin klimatizovány v místnosti, kde probíhá měření. Vzorek se upevní v kovovém držáku lícem nahoru, tak aby osnova textilie byla rovnoměrná se stékáním vody. Do nálevky se nalije 250 ml destilované vody o teplotě 20 ± 2 °C. Voda musí být do nálevky nalévána tak, aby zkrápění vzorku probíhalo kontinuálně. Po zkrápění se vzorek vyjme, ale nechá se v kovovém držáku. Vzorkem v držáku se dvakrát silně klepne o pevnou plochu, tak aby líc vzorku byl směrem dolů a byl ve vodorovné poloze. Poté se vzorek může porovnat dle srovnávací stupnice podle toho, které slovní vyjádření se k vzorku nejlépe hodí. [3]



Obrázek č.2: Schéma přístroje Spray-test [4]

2.4.1 Textilie a folie propustné pro vodní páry avšak nepropouštějící kapalnou vlhkost

Paropropustné vodoodpudivé textilie mohou být definovány jako inteligentní textilie s výše uvedenými vlastnostmi, které dovolují transport zparněného potu v množství 2000-2500 g/m²/den při lehkém zatížení organismu a 4000-5000 g/m²/den při vysokém fyzickém zatížení, pokud je vnější vzduch dostatečně suchý. [1]

Základní rozdělení:

1. Tkanina s hustou dostavou (až 7000 nití/cm)
 - velikost póru < 10-3 µm, vyrábí se z mikrovlákných PES a PAD přízí
2. Tkanina povrstvená následujícími způsoby:
 - mikroporézní vrstva, velikost póru < 2-3 µm
mechanické propichování – mikroperforační technika
přímé nebo nepřímé (přenosový tisk) – drcená pěna
 - koagulační technika (suchá koagulace, vlhká koagulace)
 - hydrofilní povrstvení, velikost póru < 0,001 µm
3. Laminování užitím membrán – membrána, která se vyrábí jako samostatná fólie a následně se laminuje na základní materiál
 - mikroporézní, hydrofobní membrány, průměr póru 0,1-3 µm (GORE-TEX)
 - neporézní hydrofilní film, velikost póru < 0,001 µm, fungující na principu difúze

Tyto membrány absorbují vlhkost na jedné straně a na druhé se vlhkost odpařuje. Výhodou oproti porézním membránám je, že materiál je na povrchu hladký a nevstřebává tuk (nedochází k ucpání pórů) a chová se jako textilie, nikoliv jako fólie. Tento princip je znám pod obchodním názvem SYMPATEX.

[1]

2.4.2 Laminování užitím membrán

Každý materiál označovaný jako membrána musí mít tyto základní vlastnosti:

- propustnost pro vodní páry
- odolnost proti působení deště, tlaku vody
- odolnost proti větru

Další vlastnosti:

- odolnost proti mechanickému poškození
- odolnost při praní i suchém čištění
- nízká hmotnost

Výhody:

- přizpůsobivost pro nosnou textilií, téměř žádné omezení s ohledem na technické vlastnosti jako je hmotnost, typ spojení nebo tloušťka
- lamináty se vyrábí dvou nebo třívrstvé – snižuje se tloušťka

Nevýhody:

- vyšší cena ve srovnání s vrstvenými textiliemi
- u dvouvrstvých laminátů je nebezpečí poškození membrány, která není chráněna podšívkou
- švy musí být přelepeny nebo jinak utěsněny
- nevhodné pro elastické materiály [1]

2.4.3 Využití membránových materiálů v armádě

Armáda České republiky využívá tohoto materiálu na maskovací oděv do nepříznivého počasí, jehož součástky jsou označovány zkratkou ECWS z anglického „Extended Could Weather Clothing System“, což po překladu znamená „oděvy do zvlášť chladného počasí“. Oblečení z tohoto materiálu je určeno pro extrémní klimatické podmínky.

Při používání oděvů vojáky může dojít k drobnému poškození oděvu, a proto je možné si jej opravit svépomocí. Vyrábí se speciální sady pro opravu, které pomůžou zacetit textilií buď zažehlením nebo zalepením. [5]

3 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část této bakalářské práce sestává ze dvou částí, z nichž druhá část je dále rozdělena na další tři fáze měření.

První částí bylo měření vzorků na přístroji Permetest za sucha a jejich zvážení na elektronických vahách. Druhou částí bylo zavlhčení vzorků na přístroji Spray-test. Po zavlhčení byly vzorky uzavřeny do uzavíratelného PE sáčku a znovu zváženy na elektronických vahách. Poté byly znovu měřeny na přístroji Permetest. Při zavlhčení vzorků na přístroji Spray-test byly použity tři stupně zavlhčení. Nejdříve byly vzorky zavlhčeny dle normy ČSN EN 249 20, podle níž byla určena i smáčivost vzorků po jednotlivých stupních praní a chemickém čištění. Pro rozšíření poznatků o propustnosti pro vodní páry pro zkoušené vzorky, byla norma ČSN EN 249 20 modifikována. V normě je pro smáčení vzorku použito 250 ml destilované vody. Záměrem bakalářské práce je zjistit, jak se změní paropropustnost p a výparný odpor R_{et} při různých intenzitách umělého deště. Modifikace normy spočívala v zavlhčení vzorků se 100 ml a 550 ml destilované vody.

Při měření vzorků za mokra na přístroji Permetest byl vzorek měřen dvakrát. Nejprve byl vzorek měřen vložením na měřicí hlavici, kde je pouze separační fólie. Bezprostředně potom byl vzorek měřen podruhé s nepropustnou fólií, která byla umístěna na separační fólii. Na nepropustné fólii byl umístěn ještě vlhký vzorek.

Měření na přístroji Permetest bylo prováděno na Katedře hodnocení textilií a měření na přístroji Spray-test na Katedře oděvnictví Technické univerzity v Liberci.

3.1 Popis vzorků

Všechny měřené vzorky byly získány od Armády České republiky, která tyto vzorky testuje pro vlastní účely. Vzorky byly velikosti formátu A4, v jaké byly získány. Pro měření na přístrojích Permetest a Spray-test nebylo třeba vzorky velikostně upravovat. Parametry odpovídaly požadované velikosti vzorků pro přístroj Spray-test. Měření na přístroji Permetest je nedestrukční a lze vkládat i celé oděvní výrobky.

Všech šest typů vzorků, které jsou níže popsány, bylo získáno ve třech různých cyklech praní, v originále a po chemickém čištění. Tedy celkem 30 vzorků připravených k měření.

Materiálové složení všech vzorků je také níže popsáno. Všechny informace jsou získány od výrobce těchto materiálů.

Pro zjednodušení prezentace výsledků měření byly vzorky očíslovány v tabulce č.1, aby naměřené hodnoty v přílohách byly přehlednější.

Tabulka č.1: Číselné označení vzorků

Vzorek	Číslo vzorku
Salima 3L	1
Darwin 2,5L	2
Darwin 3L	3
Jason 2,5L	4
Proline 3L	5
Lagen Laminat	6

Hmotnost měřených vzorků materiálů je uvedena v tabulce č.2. Hmotnost uvedených vzorků je měřena v suchém stavu na elektronických vahách.

Tabulka č.2: Hmotnost vzorků za sucha

Vzorek	Váha [g]				
	Originál	3 cykly praní	5 cyklů praní	10 cyklů praní	Chemické čištění
Salima 3L	4,95	5,74	6,33	12,41	7,54
Darwin 2,5L	9,93	11,38	12,20	23,68	14,72
Darwin 3L	11,00	13,64	12,81	13,37	16,63
Jason 2,5L	11,80	12,37	13,15	14,49	16,84
Proline 3L	15,23	19,77	17,08	34,18	24,69
Lagen Laminat 3L	15,95	19,63	19,24	18,57	23,38

3.1.1 3-vrstvý laminát Salima 3L

Materiálové složení tohoto laminátu se skládá z vrchní vrstvy, která je ze 100% PAD, tato vrstva nepřichází do kontaktu s pokožkou. Klimamembrána, tedy mezivrstva, mezi vrchní a spodní vrstvou je ze 100% PTFE. Spodní vrstva, která přichází do kontaktu s pokožkou, je ze 100% PAD. Vrchní a spodní vrstva materiálu je tkána v plátnové vazbě.

Výrobce uvádí plošnou hmotnost materiálu $75 (\pm 10) \text{ g/m}^2$. Parametry výparného odporu R_{et} , který zadává výrobce jsou $\leq 13 \text{ Pa.m}^2/\text{W}$. Tyto hodnoty platí pro originální nepraný vzorek.

3.1.2 3-vrstvý laminát Darwin 3L

Tento materiál se skládá z vrchní vrstvy, která je ze 100% PAD, která je tkána v keprové vazbě. Mezivrstva je ze 100% PTFE a je dvouvrstvá. Spodní vrstva je také ze 100% PAD a je tkána v plátnové vazbě.

Výrobce udává plošnou hmotnost laminátu $170 (\pm 10) \text{ g/m}^2$. Výrobce také uvádí parametr výparného odporu R_{et} je $\leq 7 \text{ Pa.m}^2/\text{W}$ pro nepraný vzorek.

3.1.3 2,5-vrstvý laminát Darwin 2,5L

Vrchní vrstva laminátu je ze 100% polyamidu PAD, která je tkána v keprové vazbě. Klimamembrána je opět ze 100% PTFE, která je dvouvrstvá. Spodní vrstva je z rubní strany opatřena vrstvou polymerického zátěru.

Plošná hmotnost laminátu je $145 (\pm 10) \text{ g/m}^2$. Výparný odpor R_{et} je $\leq 8 \text{ Pa.m}^2/\text{W}$ pro nepraný vzorek materiálu.

3.1.4 2,5-vrstvý laminát Jason 2,5L

Vrchní materiál je ze 100% PAD, který je tkán v atlasové vazbě. Mezivrstva je dvouvrstvý 100% PTFE. Spodní vrstva má z rubní vrstvy nepravidelný polymerický zátěr.

Plošná hmotnost tohoto materiálu je $180 (\pm 10) \text{ g/m}^2$. Výparný odpor $\leq 7 \text{ Pa.m}^2/\text{W}$ pro nepraný vzorek materiálu.

3.1.5 3-vrstvý laminát Proline

Vrchní vrstva laminátu je ze 100% polyesteru nebo polyamidu. Klimamembrána je buď ze 100% polyesteru nebo polyuretanu nebo teflonu. Podšívka, neboli spodní vrstva, je úplet ze 100% polyamidu nebo polyesteru. Všechny vrstvy mohou být také ve směsi vláken.

Plošná hmotnost laminátu je od 180 do 240 g/m^2 . Výrobce udává výparný odpor R_{et} je $\leq 14 \text{ Pa.m}^2/\text{W}$ pro nepraný vzorek materiálu.

3.1.6 3-vrstvý laminát Lagen Laminat

Materiálové složení tohoto laminátu je následující. Vrchní vrstva je ze 100% polyesteru nebo polyamidu, a je tkána v různých vazbách. Mezivrstva se skládá ze 100% teflonu, polyuretanu nebo polyesteru. Spodní vrstva je úplet ze 100% polyamidu nebo polyesteru, a je pleten v různých vazbách. Materiálové složení může být u různých vrstev ze směsí jmenovaných vláken.

Plošná hmotnost laminátu je $155\text{-}240 \text{ g/m}^2$. Výparný odpor R_{et} tohoto materiálu, udávaný výrobcem je $\leq 16 \text{ Pa.m}^2/\text{W}$.

3.2 Měření za sucha

Měřené vzorky byly nejprve zváženy na elektronických vahách a poté začalo vlastní měření za sucha na přístroji Permetest.

Přístroj je umístěn v komoře, kde je udržována stálá standardní vlhkost a teplota. Byla měřena paropropustnost a výparný odpor dle již zmíněného vzorce. Vzorek materiálu byl vkládán na měřicí hlavici přístroje v nepoškozeném stavu bez jakýchkoliv nečistot a ohybů. Vzorek byl do přístroje vkládán rubní stranou vespod a lící stranou navrchu.

Všech 30 vzorků bylo měřeno 5krát. Za pomoci přístroje byla vypočítána statistika měření, a to variační koeficient a průměr. V příloze jsou vloženy tabulky s průměrnými hodnotami relativní paropropustnosti a výparného odporu v originálním stavu vzorků, po 3 cyklech praní, po 5 cyklech praní, po 10 cyklech praní a po chemickém čištění. V příloze č.1 jsou zpracovány grafy měřených vzorků a také uvedeny výpočty variačního koeficientu.

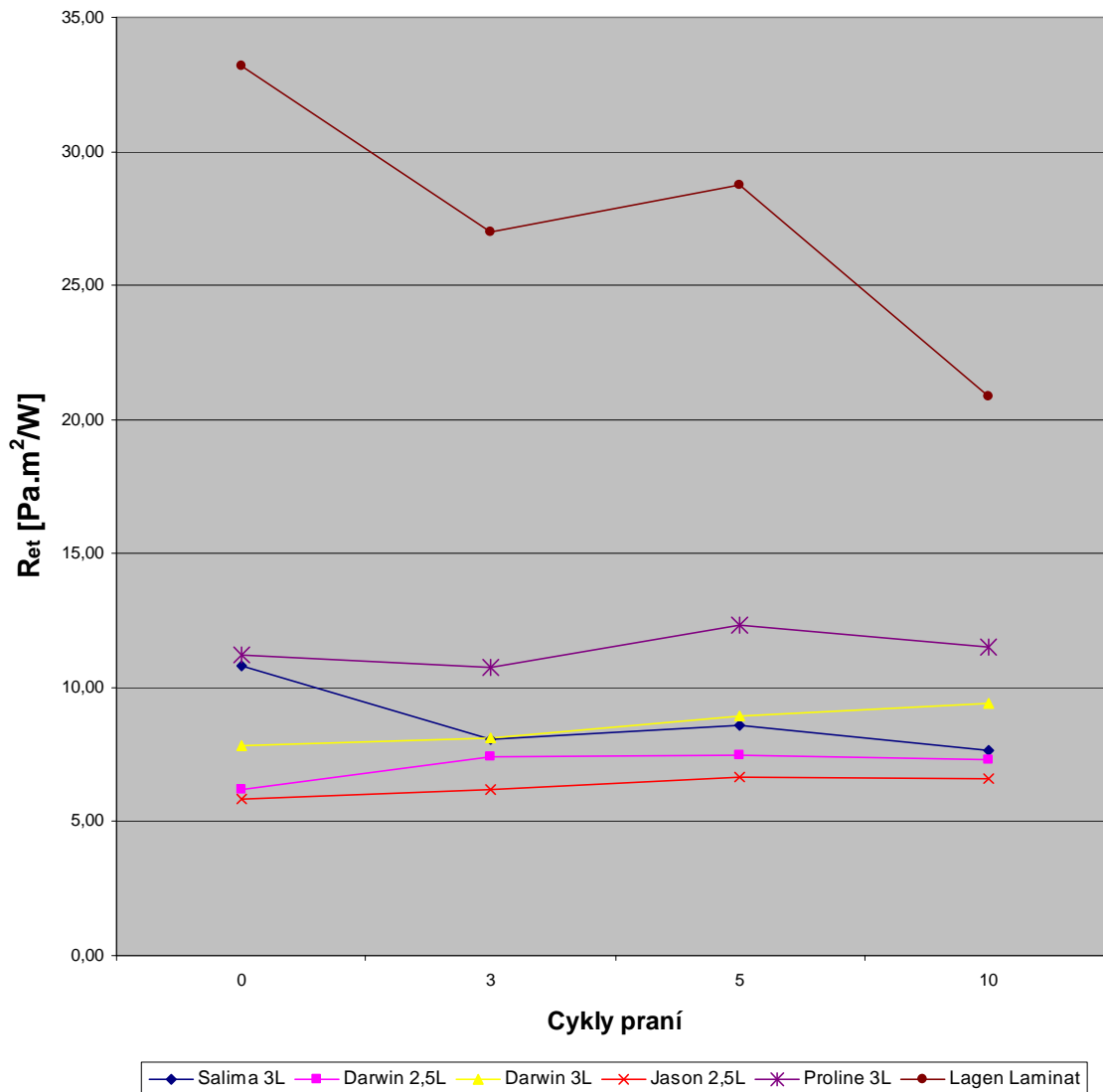
Klimatické podmínky: Teplota 22°C

Vlhkost 55%

Tabulka č.3: Výparný odpor – měření za sucha

Číslo vzorku	Cykly praní				
	0	3	5	10	Chem. č.
1	10,82	8,06	8,60	7,68	10,56
2	6,17	7,40	7,50	7,28	6,94
3	7,82	8,10	8,94	9,38	7,96
4	5,84	6,20	6,64	6,62	6,12
5	11,20	10,78	12,32	11,54	11,90
6	33,20	26,98	28,72	20,88	22,26

Výparný odpor - měření za sucha



Graf č.1: Výparný odpor – měření za sucha

Chemické čištění není v grafu zobrazeno, ale je téměř totožné s hodnotami, které byly naměřeny u vzorků po 10 cyklech praní.

V grafu č.1 jsou vyneseny průměrné hodnoty, které byly vypočítány z jednotlivých měření. Byl také vypočítán variační koeficient, který udává variabilitu měření. Čím je hodnota výparného odporu nižší, tím je propustnost pro vodní páry vyšší.

Nejlépe vyhovující hodnoty měl 2,5-vrstvý laminát Jason. Naopak nevyhovující byl 3-vrstvý laminát Lagen Laminat, na kterém je nejvíce patrné, že pokud byl vícekrát podroben praní, tak se snižovaly hodnoty výparného odporu. U materiálu Salima 3L je

vidět klesající výparný odpor po třech cyklech praní, u dalších stupních praní už křivka klesá pouze nepatrně.

U vzorků Darwin 2,5L; Darwin 3L; Jason 2,5L a Proline 3L není patrný vliv na hodnoty výparného odporu po různých stupních praní.

3.3 Měření za mokra

Měření za mokra spočívalo v testování vzorků na přístroji Spray-test. Vzorky byly smáčeny třemi různými intenzitami umělého deště. Po zavlhčení byly vzorky vyjmuty z přístroje Spray-test a okamžitě vloženy do uzavíratelného igelitového sáčku, aby nedošlo k ztrátám vlhkosti a zaschnutí vzorku. Vzhledem k umístění přístroje Spray-test, bylo časové rozmezí mezi testováním vzorku na přístroji Spray-test a měřením na přístroji Permetest přibližně od 10 do 35 minut. Zavlhčené vzorky byly znovu zváženy na elektronických vahách, aby byl zjištěn váhový přírůstek. Následovalo měření na přístroji Permetest, kde byl zjišťován relativní chladicí tok a zdánlivý výparný odpor. U dvou ze tří intenzit umělého deště byl také zjišťován tepelný tok z povrchu kůže za pomoci nepropustné fólie.

Vzhledem ke ztrátám vlhkosti zavlhčeného vzorku mohlo měření na přístroji Permetest za mokra proběhnout pouze jednou na každém vzorku. Také bylo zvažováno proložení křivek regresními křivkami, ale specifický průběh křivek by byl zastřen. Pro příklad je grafem č.4 proložena polynomická regrese.

3.3.1 Zavlhčení se 100 ml vody

Na zavlhčení vzorku bylo použito 100 ml destilované vody. Při zavlhčení originálních vzorků a vzorků po chemickém čištění nedošlo k výrazným změnám naměřených hodnot. Vzorky nebyly vodou vůbec smočeny. Z tohoto důvodu jsou použity hodnoty získané z měření za sucha.

Vzorky byly měřeny dvakrát na přístroji Permetest. Poprvé proběhlo měření za normálních podmínek. Podruhé byla bezprostředně po prvním měření na měřící hlavici vložena nepropustná fólie. Doba mezi prvním a druhým měřením nepřesáhla pět minut a

mezi měřeními, kdy musel na přístroji proběhnout referenční krok, byly vzorky uloženy v uzavíratelných sáčkích, aby nedošlo k úniku vlhkosti vzorku.

Pro časovou náročnost bylo s nepropustnou fólií testovány čtyři vzorky. A to Salima 3L, Darwin 2,5L, Darwin 3L a Jason 2,5L.

Naměřené hodnoty, časové intervaly a váha zavlhčených vzorků jsou uvedeny v příloze č.3.

3.3.2 Zavlhčení s 250 ml vody

Při smáčení vzorku 250 ml destilované vody mohla být kromě zjištění relativního chladicího toku a zdánlivého výparného odporu také zjištěna smáčivost vzorku dle normy ČSN 249 20. Vzorky byly po smočení porovnány s etalonem a jsou ohodnoceny slovně, jak je doporučeno v normě pro vzorky s tmavou barvou.

Tabulka č.4: Hodnocení vzorků dle normy ČSN 249 20

Vzorky	Originál	Po 3 prání	Po 5 prání	Po 10 prání	Chem. čištění
Salina 3L Gore	5	3	3	2	5
Darwin 2,5L Gore	5	4	3	3	5
Darwin 3L Gore	5	5	4	3	5
Jason 2,5L Gore	5	2	2	2	5
Proline 3L	5	4	4	3	5
Lagen Laminat 3L	5	4	3	2	5

Stupně smáčení povrchu:

- 1 – smočení celé zkrápění plochy
- 2 – smočení poloviny zkrápění plochy, vzniklé splynutím malých oddělených ploch
- 3 – smočení zkrápění plochy pouze v malých oddělených plochách
- 4 – žádné smočení, pouze malé ulpělé kapky na zkrápění ploše
- 5 – žádné smočení a žádné kapky ulpělé na zkrápění ploše

Z výsledků měření uvedených v tabulce výše vyplývá, že stupeň smáčení povrchu u originálních nepraných vzorků a vzorků po chemickém čištění, nedošlo k žádnému smáčení. Na vzorcích nedošlo k zachycení vody na povrchu textilie.

Smáčivost povrchu textilie po třech, pěti a deseti praních má tendenci stoupat. Z výsledků lze vyvodit, že čím více je textilie praná, tím větší má povrch textilie smáčivost.

V příloze č.4 jsou uvedeny veškeré naměřené hodnoty.

3.3.3 Zavlhčení s 550 ml vody

Vzorky zavlhčené 550 ml destilované vody, už nemohly být srovnávány dle normy ČSN EN 249 20. Jejich smáčivost však byla intenzivnější než u předešlých zkoušek. O smáčivosti však nelze hovořit u originálních vzorků a vzorcích po chemickém čištění. Tyto vzorky nebyly zavlhčeny vůbec. Proto platí hodnoty naměřené za sucha.

Materiály Salima 3L; Darwin 2,5L; Darwin 3L a Jason 2,5L byly testovány s nepropustnou fólií stejně jako u zavlhčení vzorků 100 ml destilované vody.

V příloze č.5 jsou uvedeny všechny naměřené hodnoty včetně váhy vzorků po zavlhčení a časového rozmezí, mezi testováním vzorků na přístroji Spray-test a Permetest.

3.3.4 Celkové výsledky měření za mokra

Výsledky měření zdánlivého výparného odporu jsou uvedeny v příloze č.2 spolu s diagramy jednotlivých zkoušených materiálů. Výsledky měření relativního chladicího toku jsou v tabulce č.5. Z těchto výsledků jsou zhotoveny grafy, které vypovídají o výsledcích měření. Grafy jsou vytvořeny pro jednotlivé vzorky membránových materiálů.

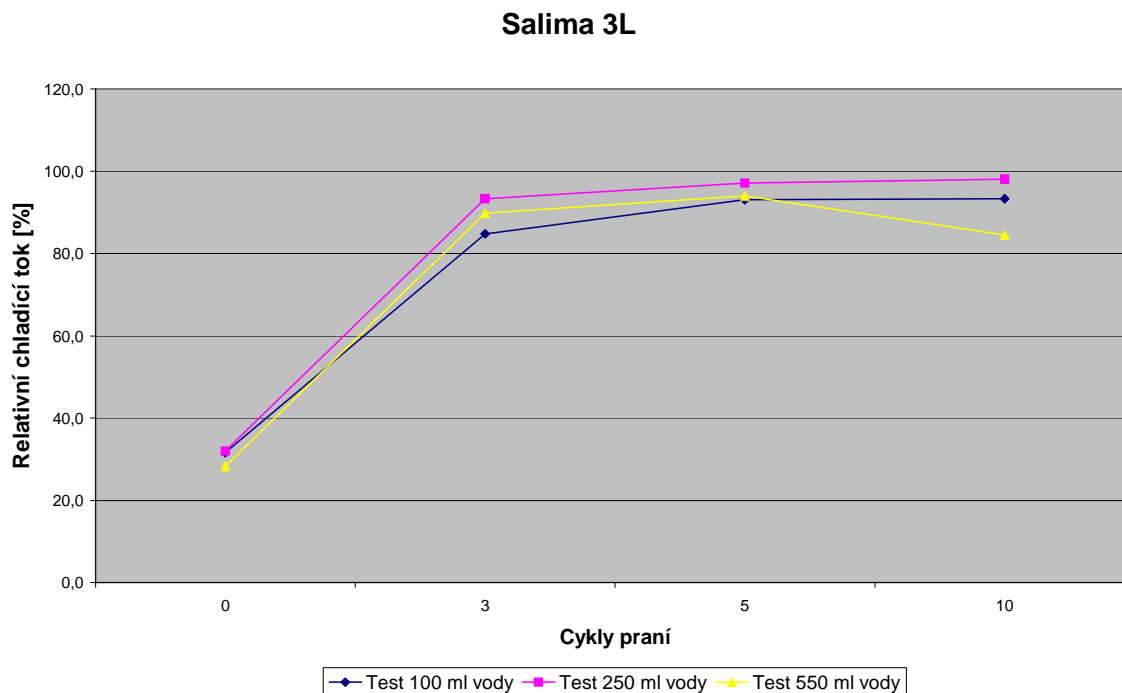
Při zavlhčení vnější vrstvy materiálu vzniká chladicí efekt, který nositel pocítuje. Nejvyšší chladicí účinek má suchá kůže, pokud se z ní vše okamžitě odpaří, dosahuje hodnoty relativní paropropustnosti 100% a výparný odpor se blíží nule. [6]

Při měření je na měřicí hlavici přístroje Permetest vkládán zavlhčený vzorek. Při měření výparného odporu se srovnává poměr procházející vodní páry mezi odparem z měřicí hlavy bez vzorku a se vzorkem. Je také srovnáván poměr parciálních tlaků vodní páry na povrchu měřicí hlavy a ve vzduchu ve zkušebním prostoru. V případě, kdy je vzorek zavlhčen, dochází ke změně. Výsledný odpar pochází z měřicí hlavy, ale i zavlhčeného materiálu, a tím dochází ke sloučení těchto odparů. Proto nelze používat název výparný odpar. Tento jev je nazýván zdánlivý výparný odpar.

Relativní paropropustnost v případě zavlhčených vzorků je pojmenována jako relativní chladicí tok, protože dochází ke změně tepelného toku.

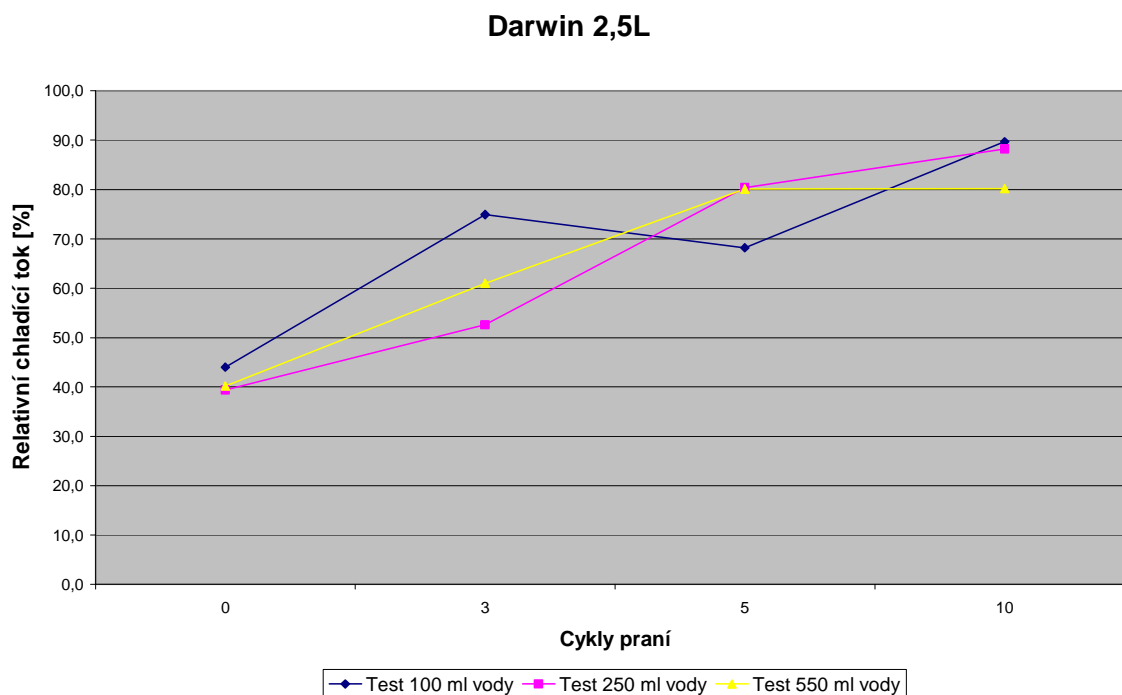
Tabulka č.5: Relativní chladicí tok – měření za mokra

	Cykly praní					Stupeň zavlhčení [ml]
	0	3	5	10	CH	
Salina 3L	31,6	84,8	93,1	93,3	29,2	100ml
	32,0	93,3	97,1	98,1	29,2	250ml
	28,3	89,8	94,0	84,5	29,2	550ml
Darwin 2,5L	44,0	74,9	68,2	89,7	39,1	100ml
	39,4	52,6	80,4	88,2	39,1	250ml
	40,2	61,0	80,1	80,2	39,1	550ml
Darwin 3L	40,2	61,5	47,5	58,8	35,7	100ml
	35,6	70,3	88,3	84,2	35,7	250ml
	35,0	72,1	80,1	61,1	35,7	550ml
Jason 2,5L	53,6	78,1	76,5	81,8	31,8	100ml
	50,4	89,4	90,7	82,2	31,8	250ml
	42,0	79,7	75,8	78,3	31,8	550ml
Proline 3L	16,3	46,0	38,5	46,7	27,2	100ml
	31,9	44,0	82,3	80,6	27,2	250ml
	28,0	76,1	77,6	76,7	27,2	550ml
Lagen Laminat	11,4	60,7	28,2	58,7	16,9	100ml
	14,3	19,6	84,1	80,8	16,9	250ml
	11,4	68,4	71,8	75,0	16,9	550ml



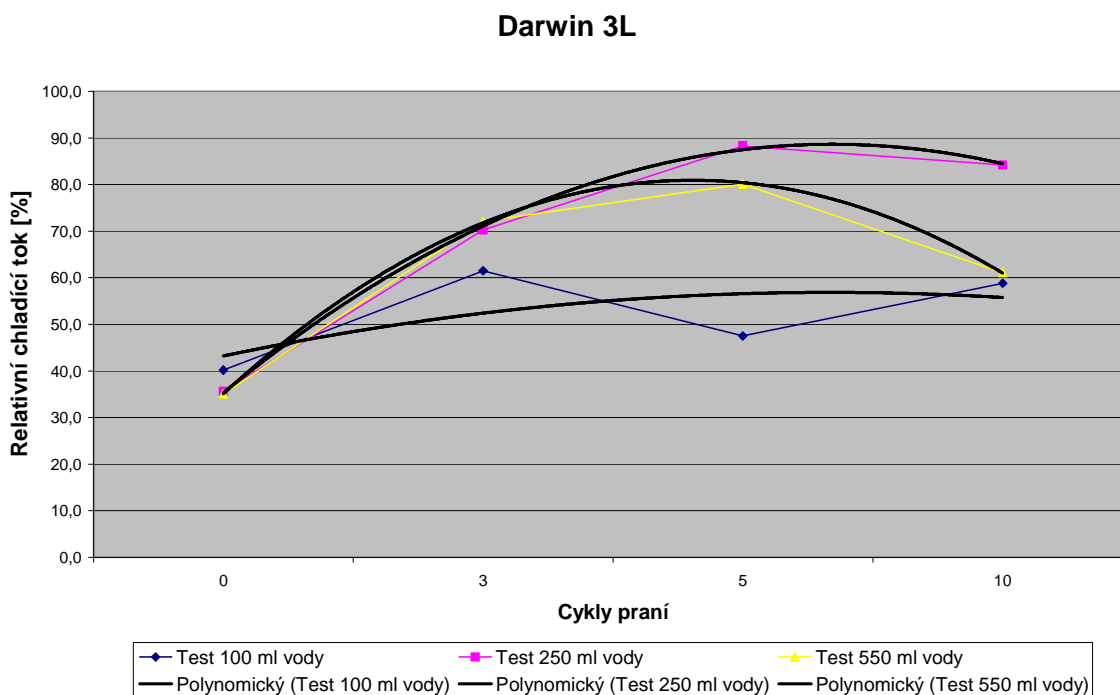
Graf č.2: Relativní chladicí tok – Salima 3L

Z grafu č.2 jsou výsledky měření membránového materiálu s názvem Salima 3L téměř totožné. Na výsledcích se výrazně neprojevovalo rozdílné použití destilované vody. Na všech třech křivkách je zřejmý růst relativního chladicího toku po třech cyklech praní.



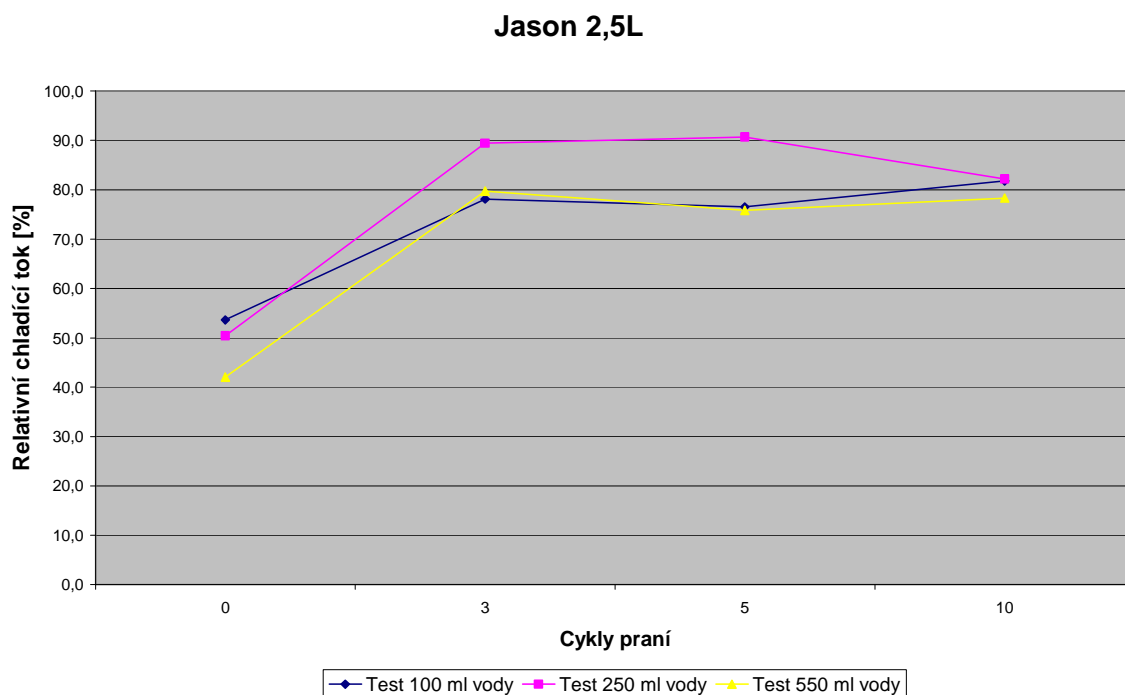
Graf č.3: Relativní chladicí tok – Darwin 2,5L

Relativní chladicí tok vzorku Darwin 2,5L při zavlhčení 550 ml vody velmi výrazně stoupá při třech a pěti cyklech praní. Při zavlhčení materiálu dle normy s 250 ml vody růst relativního chladicího toku při třech cyklech praní nestoupá tak prudce, ale výrazně vyšší hodnota je dosažena až při pěti cyklech praní. Při zavlhčení 100 ml vody dochází k nejstrmějšímu růstu při třech cyklech praní, při pěti cyklech praní dochází k poklesu.



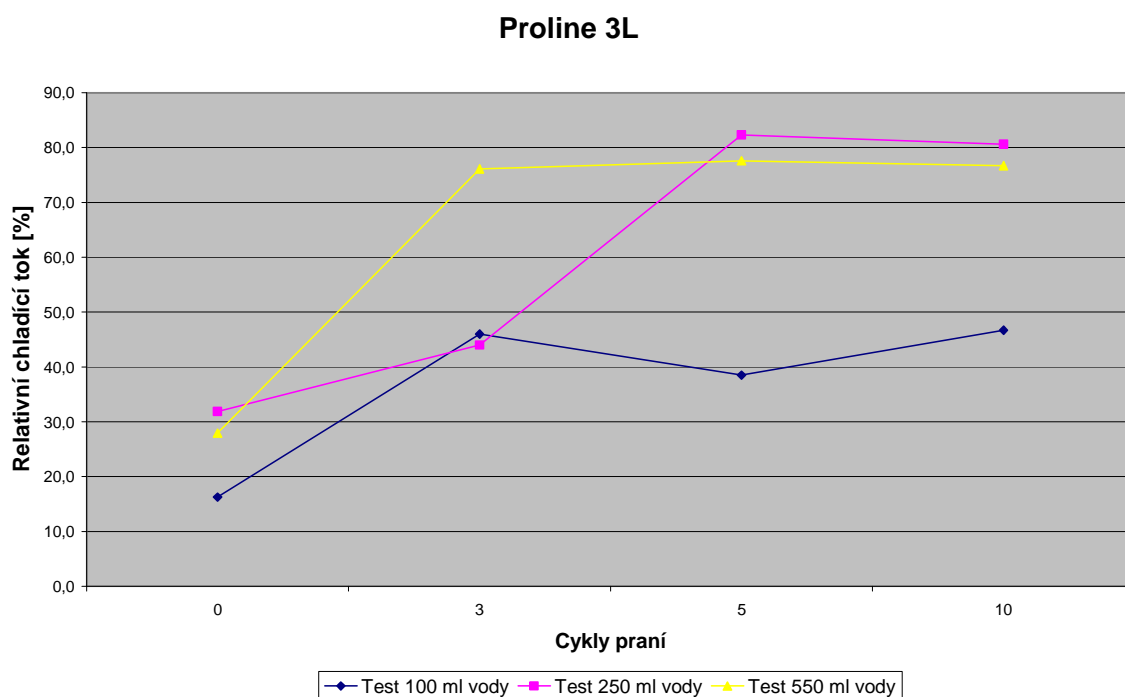
Graf č.4: Relativní chladicí tok – Darwin 3L

V grafu č.4 u vzorku Darwin 3L se znatelně liší měření se 100 ml destilované vody od ostatních testů. Při měření se 100 ml vody po pěti a deseti praní byl relativní chladicí tok nižší než u měření s 250 ml a 550 ml vody. U zavlhčení více jak 100 ml vody dochází k růstu relativního chladicího toku až do pěti cyklů praní, poté jsou hodnoty nižší.



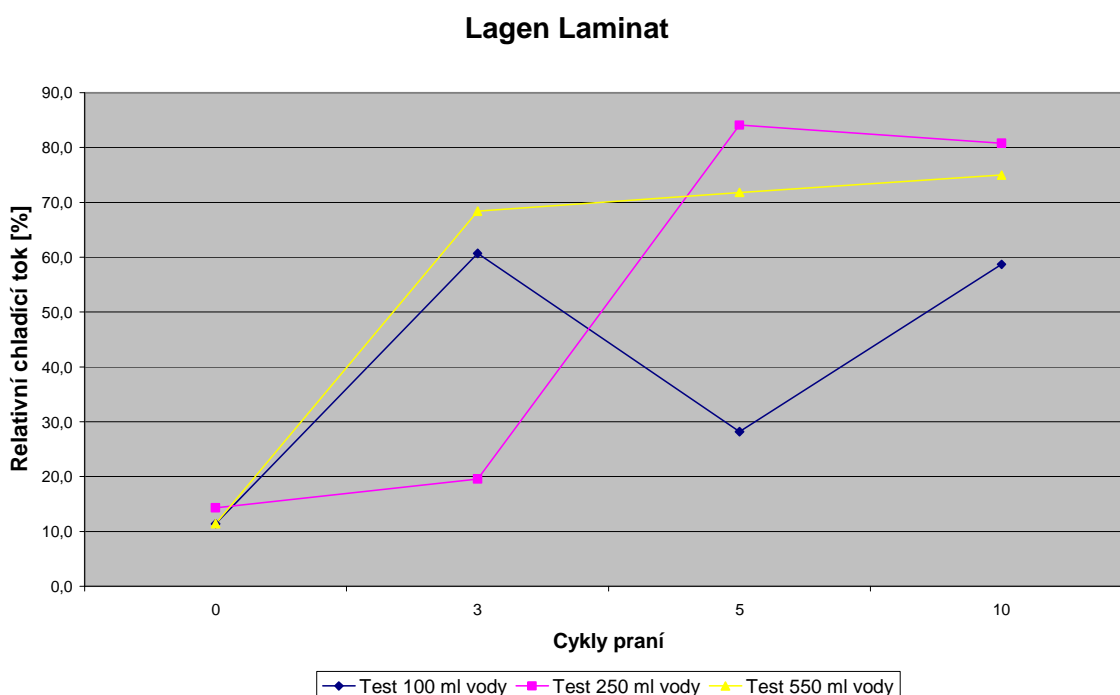
Graf č.5: Relativní chladící tok – Jason 2,5L

U grafu č.5 křivka materiálu Jason 2,5L rostla s rostoucím praním. Měření za mokra s různými intenzitami vody u tohoto vzorku nemá významné rozdíly. Pouze zavlhčení 250 ml vody je vyšší při třech a pěti cyklech praní, než u zavlhčení se 100 ml a 550 ml vody.



Graf č.6: Relativní chladící tok – Proline 3L

Vzorek materiálu Proline 3L zobrazený v grafu č.6 je velice rozmanitý,co se týče křivek relativního chladicího toku. Nejvýraznějším je však měření se 100 ml vody, které má podstatně nižší hodnotu při nula cyklech praní a 10 cyklech praní, než u měření s 250 ml a 550 ml vody. Při zavlhčení s 250 ml vody má křivka tendenci stoupat až do pěti cyklů praní, hodnoty při deseti cyklech praní nepatrně klesly. Měření za mokra s 550 ml vody má podobný průběh, jen hodnoty zůstávají stejné už při třech cyklech praní.



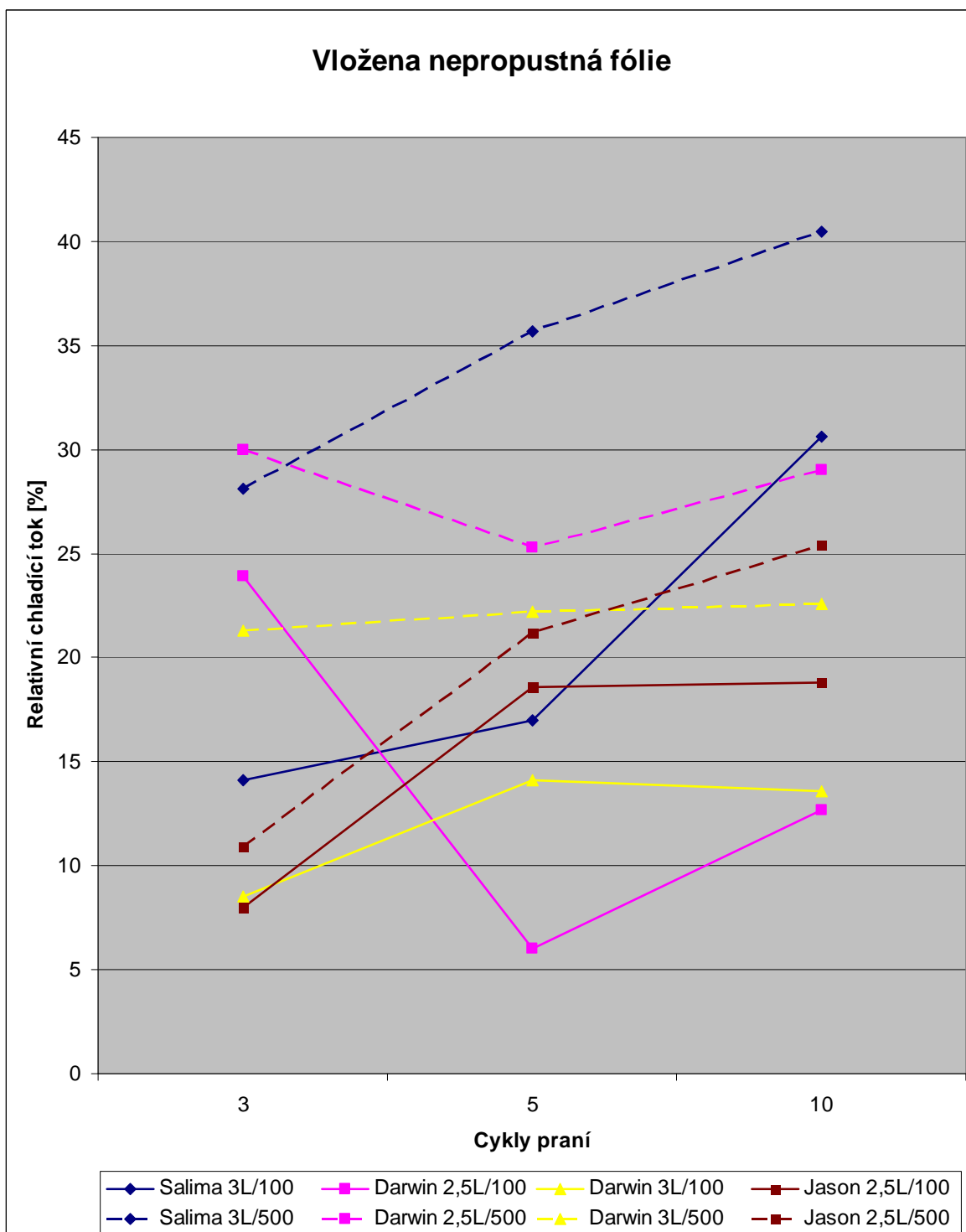
Graf č.7: Relativní chladicí tok – Lagen Laminat

Nepraný vzorek Lagen Laminat zobrazený v grafu č.7 má stejné hodnoty relativního chladicího toku při všech stupních zavlhčení. Při zavlhčení 100 ml a 550 ml vody dochází k strmému nárůstu hodnot při třech cyklech praní. U zavlhčení 250 ml vody je zřejmý nárůst až při pěti cyklech praní. Při zavlhčení vzorku 100 ml vody dochází k viditelnému propadu hodnoty u pěti cyklů praní a při deseti cyklech praní nabývají hodnoty téměř stejné hodnoty jako při třech cyklech praní.

Na všech grafech č. 2-7 uvedených výše je patrné, že relativní chladicí tok [%] více či méně stoupá s rostoucími cykly praní. Chemické čištění není v grafech uvedeno, ale je téměř shodné s hodnotami po nula praní (originální vzorek), a to u všech zkoušených vzorků.

Ve výsledku lze říci, že k výraznému vzrůstu relativního chladicího toku u všech vzorků dochází po třech vyprání. Stupňujícími cykly praní dochází k ztrátě repelentní úpravy, která je na povrchu vzorku. Při pěti a deseti cyklech vyprání také dochází k růstu křivky u většiny vzorků, ale růst už není tak strmý. Hodnoty relativního chladicího toku jsou také nepatrně vyšší, čím více je textilie zavlhčená. Více tento fakt vyplývá z grafu č.8.

3.3.5 Měření za mokra s nepropustnou fólií



Graf č.8: Vložena nepropustná fólie

Tabulka č.6: Vložena nepropustná fólie

Vzorek	Cykly praní - Spray test se 100ml vody			Cykly praní - Spray test s 550ml vody		
	3	5	10	3	5	10
Salima 3L	14,1	17	30,6	28,1	35,7	40,5
Darwin 2,5L	23,9	6	12,7	30	25,3	29
Darwin 3L	8,5	14,1	13,6	21,3	22,2	22,6
Jason 2,5L	8	18,6	18,8	10,9	21,2	25,4

V tabulce č.6 jsou uvedeny hodnoty, které byly naměřeny při měření za mokra. Každý vzorek byl hodnocen na přístroji Spray-test při zavlhčení se 100 ml a 550 ml destilované vody. Poté byly vzorky hodnoceny na přístroji Permetest. Vzorky byly nejprve měřeny na přístroji Permetest za normálních podmínek, a poté znovu měřeny s vložením nepropustné fólie na měřicí hlavici. Hodnoty zobrazené v grafu č.8 jsou rozdílem hodnot naměřených za normálních podmínek a se zakrytou měřicí hlavici nepropustnou fólií.

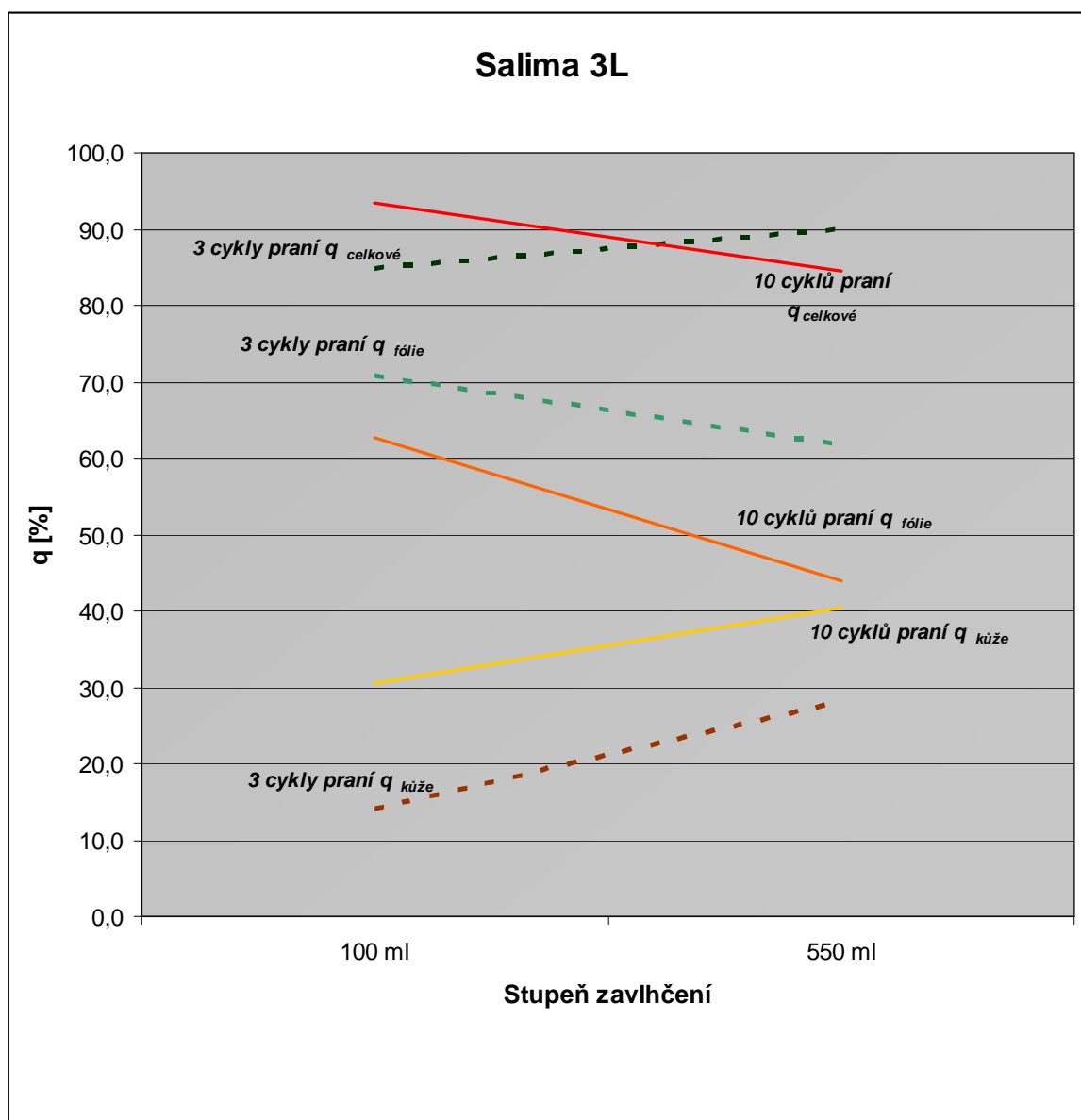
Při měření vlhkého materiálu měřeného bez nepropustné fólie dostaneme výsledek celkového tepelného toku, podle vzorce:

$$q_{\text{celkový}} = q_{\text{povrchu kůže skrz textilii}} + q_{\text{odpar z povrchu textlie}} \quad (7)$$

Při měření materiálu s přiloženou nepropustnou fólií byl z měření zjištěn tepelný tok, který vychází z povrchu navlhčené textlie. V grafu č.8 jsou uvedeny hodnoty, které byly vypočítány rozdílem naměřených hodnot, čímž byla vypočítána hodnota tepelného toku z povrchu kůže.

V grafu na ose x jsou vyneseny tři body, které znamenají tři, pět a deset cyklů praní. Nejsou vyneseny body s nula cykly praní a chemické čištění. Jelikož nebyly vzorky vůbec smáčeny, nebylo měření možné.

Z výsledků měření lze dle grafu č.8 vyčíst, že rozdíly v relativním chladícím toku vzorků smáčených 100 ml vody a 550 ml vody jsou velmi patrné. U vzorků Darwin 2,5L a Jason 2,5L se tyto rozdíly s postupujícími cykly praní ještě zvyšují. Relativní chladící tok jednotlivých vzorků je vždy vyšší při zavlhčení textlie 550 ml vody. To tedy znamená, že čím více je textlie zavlhčena, tím vyšších hodnot relativního chladícího toku bude dosahovat.



Graf č.9: Měření za mokra – vzorek Salima 3L

Tabulka č.7: Měření za mokra – vzorek Salima 3L

Stupeň zavlhčení	3 cykly praní			10 cyklů praní		
	$q_{\text{celkové}}$	$q_{\text{fólie}}$	$q_{\text{kůže}}$	$q_{\text{celkové}}$	$q_{\text{fólie}}$	$q_{\text{kůže}}$
100 ml	84,8	70,7	14,1	93,3	62,7	30,6
550 ml	89,8	61,7	28,1	84,5	44,0	40,5

U vzorku Salima 3L bylo provedeno měření s nepropustnou fólií při zavlhčení vzorku se 100ml a 550 ml vody. V grafu č.9 se objevují dva typy křivek. Plná křivka znázorňuje hodnoty vzorku po deseti pracích cyklech a čerchovaná křivka představuje hodnoty po třech pracích cyklech. Při měření vzorku s nepropustnou fólií a bez ní byly získány hodnoty zobrazené v tabulce č.7. Dále při zpracování grafu č.9 byla použita rovnice tepelného toku:

$$q_{\text{celkový}} = q_{\text{povrchu kůže skrz textilii}} + q_{\text{odpar z povrchu textilie}} \quad (7)$$

Z grafu č.9 je zjevné, že nejnižších hodnot dosahuje tepelný tok vycházející z povrchu kůže, ačkoliv mají tyto křivky tendenci stoupat. Tepelný tok z povrchu kůže je vyšší pokud je vzorek vícekrát vyprán. Hodnoty označené $q_{\text{fólie}}$ znamenají tepelný tok z povrchu textilie a jsou naměřeny za pomoci nepropustné fólie. Tyto hodnoty mají tendenci klesat, ať se jedná o vzorek podrobený třemi nebo deseti cykly praní. Vyšších hodnot tepelného toku z povrchu textilie dosahuje vzorek, který je prán třikrát. Tepelný tok po třech cyklech praní má tendenci stoupat. Tepelný tok po 10 cyklech praní má naopak tendenci klesat.

Výsledky zobrazené na grafu č. 9 jsou v jednom aspektu rozporné: s rostoucím zavlhčením při simulaci deště by logicky měly vzrůstat i hodnoty relativních chladících toků – čím je větší zavlhčení, tím by celkové toky či přinejmenším toky naměřené s nepropustnou fólií měly vzrůstat. Ve skutečnosti tomu je naopak, a to jak při nízkém, tak při vysokém počtu praní. Vysvětlení by mohlo být následující: při skrápění umělým deštěm nemusí větší jednorázová dávka vody znamenat, že textilie bude více zavlhčena. Z důvodu dynamického efektu by větší hmota vody mohla rychleji opustit povrch textilie, takže by v textilií mohlo ulpět méně vlhkosti.

3.4 Závěr

Cílem této práce bylo zjistit, jak membránové materiály, které jsou vyprané v průmyslové pračce různými stupni praní, budou reagovat na zavlhčení různými intenzitami umělého deště.

Z výsledků měření prezentovaných v grafech lze říci, že hodnoty naměřené za sucha odpovídají parametrům požadovaných od výrobce těchto membránových materiálů. Při podrobení vzorků měření za mokra hodnoty zdánlivého výparného odporu radikálně klesají a v závislosti na tom relativní ochlazovací efekt prudce stoupá, a to u všech vzorků podrobených měření. Vliv na vlastnosti vzorků má i jejich použité laminování a plošná hmotnost. Zkoušené vzorky byly klasické membránové materiály 3-vrstvé a 2,5-vrstvé s polymerovým zátěrem z rubní strany, s výrazně nižší hmotností.

Obecně ze všech zkoušených membránových materiálů lze vyhodnotit, že se u nich změnila vlastnosti za mokra již při třech vyprání. Zdánlivý výparný odpor v tomto případě prudce klesá, a tím se zvyšuje ochlazovací efekt, což zapříčiní ochlazení nositele a dojde k diskomfortu. Při měření vzorků za mokra se hodnoty ochlazovacího toku stále, i když nepatrně zvyšovaly s rostoucími počty cyklů praní. Výjimkou však bylo chemické čištění, které nemělo vliv na vlastnosti materiálu. Jelikož byly zkoumány tři stupně zavlhčení materiálů, bylo možné vysledovat jejich vlastnosti při simulaci různé intenzity umělého deště.

Dále bylo zjišťováno jak by se tyto materiály chovaly při různých intenzitách deště, protože nikdy není úhrn srážek stejný. Zavlhčení materiálu 100 ml destilované vody se hodnotami relativního ochlazovacího toku vůbec nelišilo od zavlhčení 250 ml a 550 ml u vzorků Salima 3L, Darwin 2,5L a Jason 2,5L, a to u všech stupňů vyprání. Vzorky Darwin 3L, Proline 3L a Lagen Laminat u pěti a deseti vyprání měly hodnoty ochlazovacího efektu vždy vyšší než u zavlhčení 250 ml a 550 ml vody. Z grafů lze vyvodit že vzorky, které jsou 3-vrstvé a mají vyšší hmotnost, mají vyšší odolnost při praní a nemění tak znatelně svoje vlastnosti při slabém dešti i po opakování pracích cyklů.

Membránové materiály mají vynikající vlastnosti za suchého stavu. Při prodeji těchto výrobků jsou tyto hodnoty velice důležité a jsou častým důvodem koupě. Při používání jsou tyto výrobky často vystavovány deštivému počasí. Při dlouhodobém používání, kdy musí membránový materiál být podroben praní, ale ztrácí při zavlhčení své drahocenné

vlastnosti. Výrobky, které jsou již několikrát vyprány se stávají při silnějším dešti diskomfortní.

Závěry tedy v tomto smyslu nejsou jednoznačné. Tento závěr bylo možno očekávat již od začátku – předložená práce je zřejmě vůbec první výzkumnou prací, ve které je pomocí simulace hodnocen vliv počtu pracích cyklů a intenzity umělého deště jak na chladicí tok vnímaný pokožkou nositele ochranného oděvu, tak na relativní paropropustnost vlhké textile. Oba efekty jsou zde odděleny. Podobná práce ještě nebyla publikována, pokud lze soudit z dostupných pramenů. Nebylo tedy možno citovat cizí podobné výsledky a porovnat je s výsledky uvedenými v této práci. Výzkum v této nové oblasti proto bude pokračovat.

4 LITERATURA

- [1] Hes L., Sluka P.: *Komfort textilií*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [2] Kuneš, L., Veselý, Z., Honner, M.: *Tepelné bariéry*. 1. vyd. Praha: Academia, 2003. ISBN 80-200-1218-4
- [3] ČSN EN 249 20 (800 827) *Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení*, 1994
- [4] *Spray-test* [online] Dostupné z www.ft.tul.cz/depart/ktc/dokumenty/fut/FUT-3.doc [cit. 6. 3. 2010]
- [5] *Využití gore-tex materiálu* [online] Dostupné z http://www.army.cz/images/id_10001_11000/10982/vystroj.pdf [cit. 6. 3. 2010]
- [6] Kříž, M.: *Studium ochlazování nositele oděvu odparem z vnější vlhké textilie*. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, 2007
- [7] Hes, L.: *Thermal Comfort properties of textile fabrics in wet state*, In: 9. Autex conference, Izmir 2009

5 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č.1: Schéma přístroje Permetest

Obrázek č.2: Schéma přístroje Spray-test

6 SEZNAM TABULEK

Tabulka č.1: Číselné označení vzorků

Tabulka č.2: Hmotnost vzorků za sucha

Tabulka č.3: Výparný odpor – měření za sucha

Tabulka č.4: Hodnocení vzorků dle normy ČSN 249 20

Tabulka č.5: Relativní chladicí tok – měření za mokra

Tabulka č.6: Vložena nepropustná fólie

Tabulka č.7: Měření za mokra – vzorek Salima 3L

7 SEZNAM GRAFŮ

Graf č.1: Výparný odpor – měření za sucha

Graf č.2: Relativní chladicí tok – Salima 3L

Graf č.3: Relativní chladicí tok – Darwin 2,5L

Graf č.4: Relativní chladicí tok – Darwin 3L

Graf č.5: Relativní chladicí tok – Jason 2,5L

Graf č.6: Relativní chladicí tok – Proline 3L

Graf č.7: Relativní chladicí tok – Lagen Laminat

Graf č.8: Vložena nepropustná fólie

Graf č.9: Měření za mokra – vzorek Salima 3L

8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 – Měření za sucha

Příloha č.2 – Měření za mokra – zdánlivý výparný odpor

Příloha č.3 – Měření za mokra – zavlhčení 100 ml destilované vody

Příloha č.4 – Měření za mokra – zavlhčení 250 ml destilované vody

Příloha č.5 – Měření za mokra – zavlhčení 550 ml destilované vody

Příloha č.6 – Vzorek materiálu

9 PŘÍLOHA

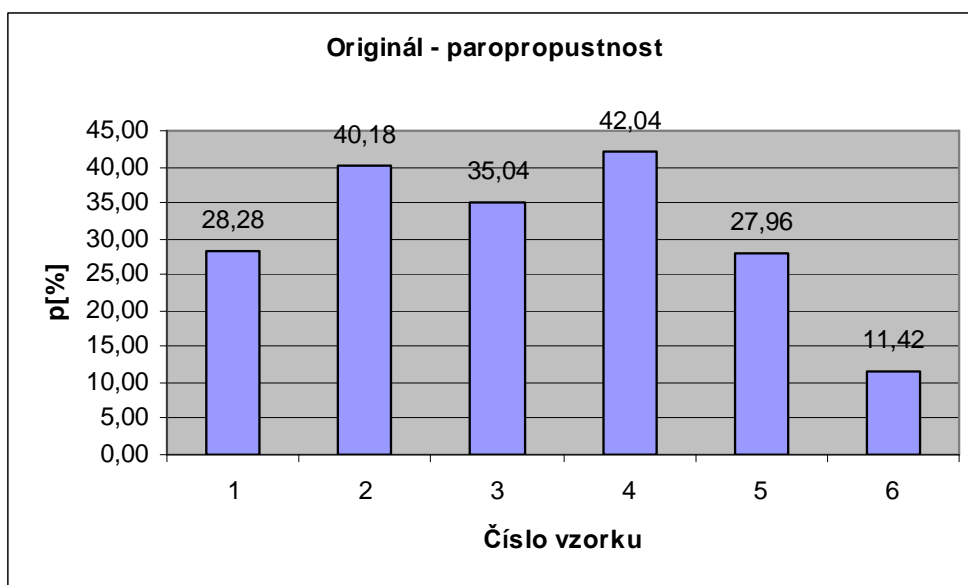
PŘÍLOHA Č.1

Měření za sucha

Originální vzorek

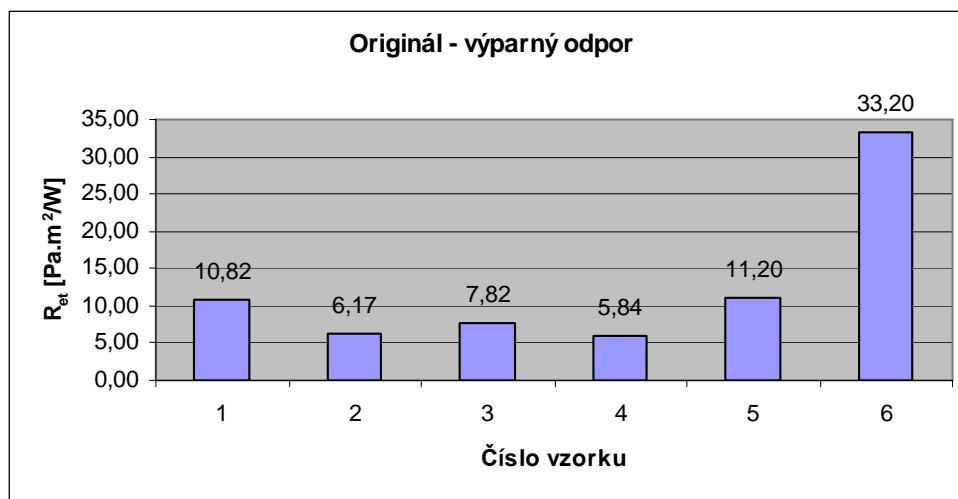
Paropropustnost

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
p [%]	28,28	40,18	35,04	42,04	27,96	11,42
CV	7,03	5,20	3,73	3,04	8,62	5,55



Výparný odpor

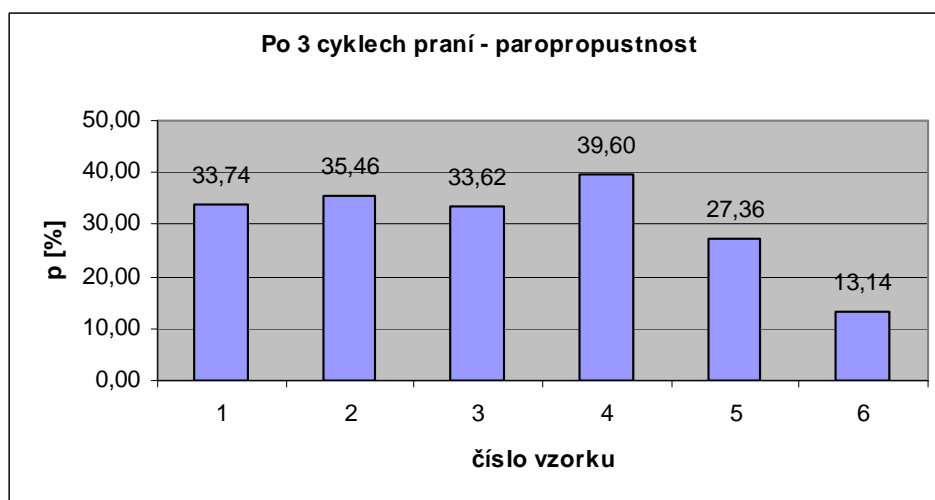
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
R_{et} [Pa.m ² /W]	10,82	6,17	7,82	5,84	11,20	33,20
CV	10,53	6,82	6,97	5,50	7,31	12,91



Po 3 cyklech praní

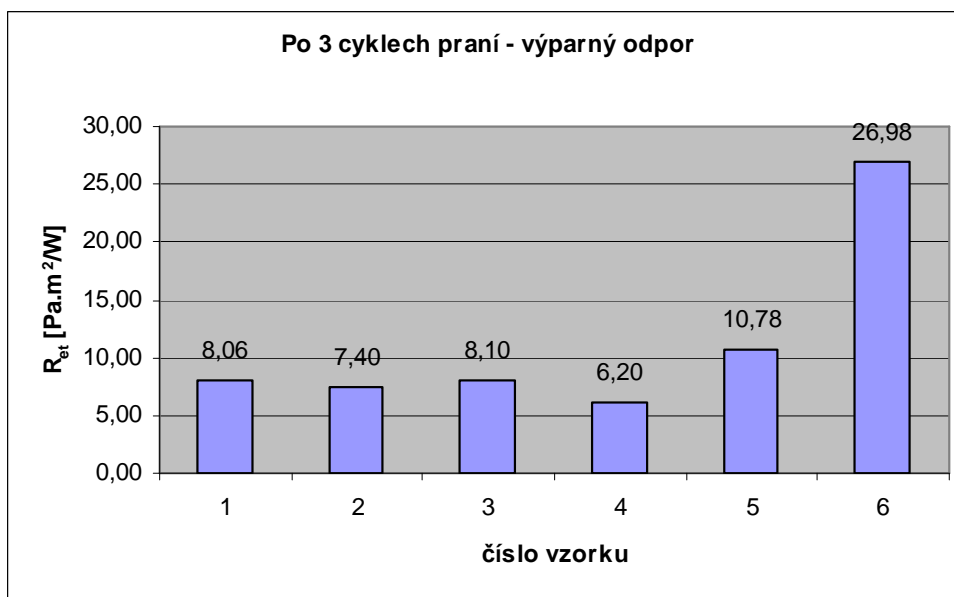
Paropropustnost

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
p [%]	33,74	35,46	33,62	39,60	27,36	13,14
CV	3,94	3,93	3,65	5,30	3,40	4,76



Výparný odpor

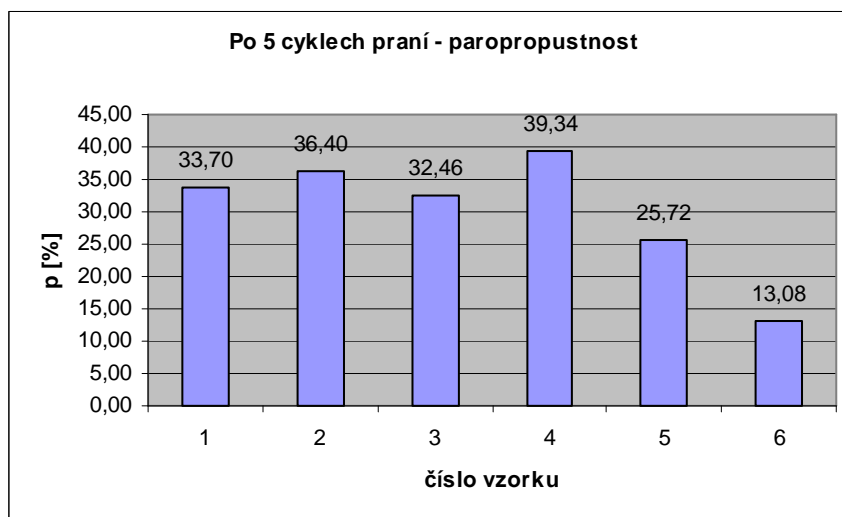
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
R_{et} [Pa.m ² /W]	8,06	7,40	8,10	6,20	10,78	26,98
CV	4,68	5,47	5,63	8,22	5,97	7,57



Po 5 cyklech praní

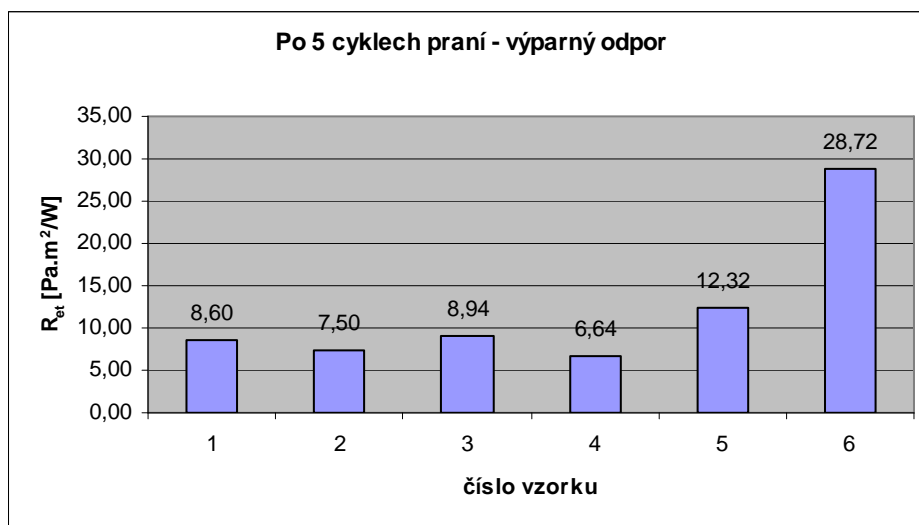
Paropropustnost

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
p [%]	33,70	36,40	32,46	39,34	25,72	13,08
CV	6,09	2,81	1,89	1,70	4,51	12,86



Výparný odpor

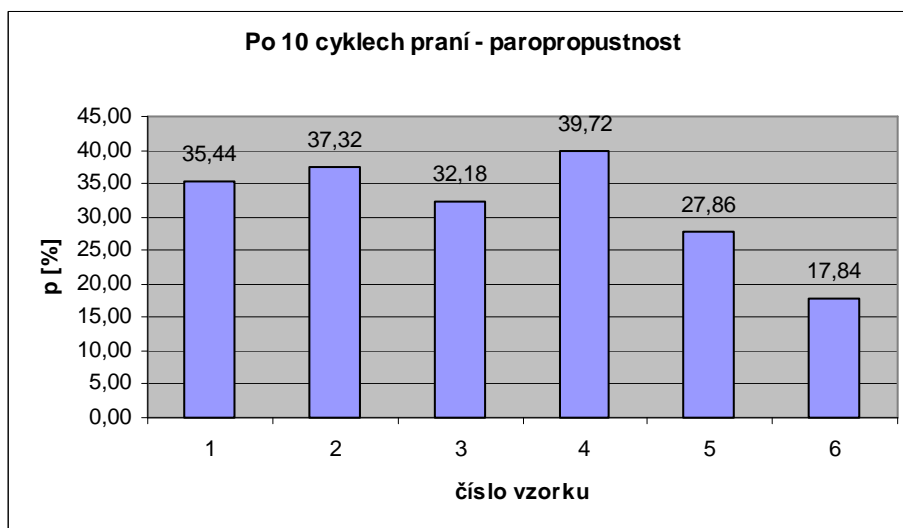
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
R_{et} [Pa.m ² /W]	8,60	7,50	8,94	6,64	12,32	28,72
CV	9,84	5,47	6,19	7,66	6,70	13,38



Po 10 cyklech praní

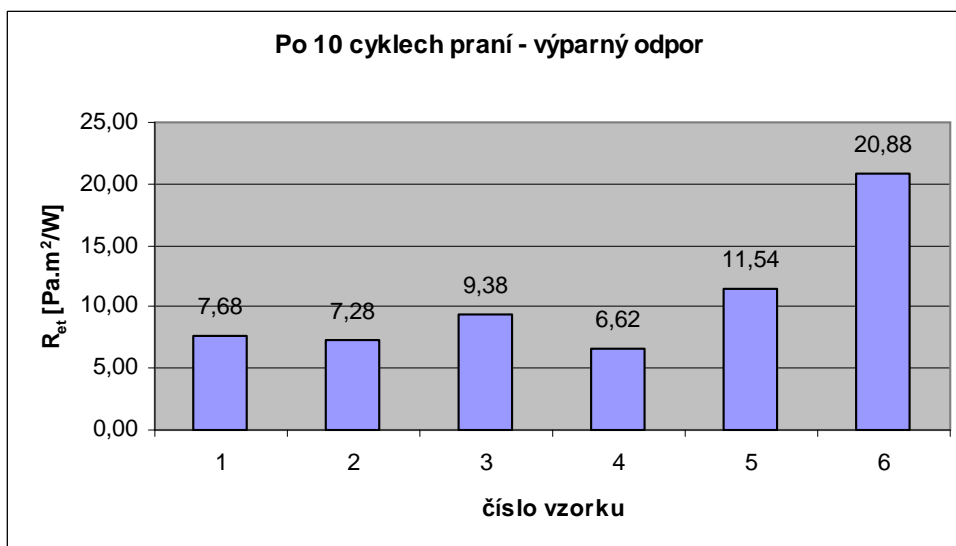
Paropropustnost

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
p [%]	35,44	37,32	32,18	39,72	27,86	17,84
CV	3,61	1,46	4,79	3,70	5,04	11,77



Výparný odpor

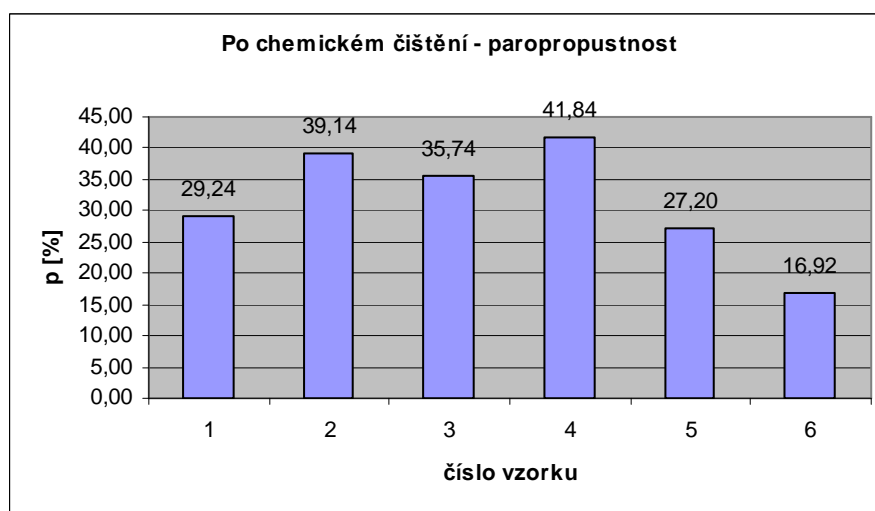
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
R_{et} [Pa.m ² /W]	7,68	7,28	9,38	6,62	11,54	20,88
CV	8,46	8,66	5,58	14,22	6,90	12,33



Chemické čištění

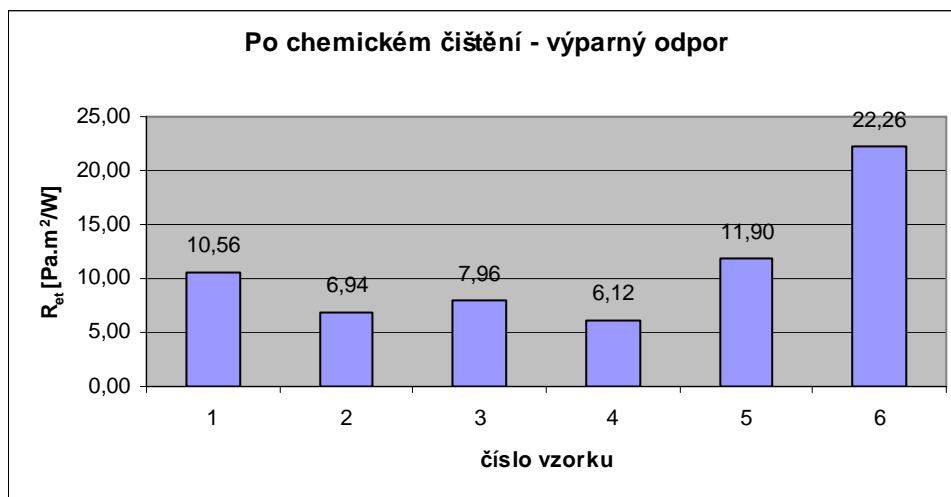
Paropropustnost

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
p [%]	29,24	39,14	35,74	41,84	27,20	16,92
CV	3,76	4,47	1,98	3,09	6,58	14,66



Výparný odpor

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
R_{et} [Pa.m²/W]	10,56	6,94	7,96	6,12	11,90	22,26
CV	4,34	9,10	7,22	8,67	5,63	15,74

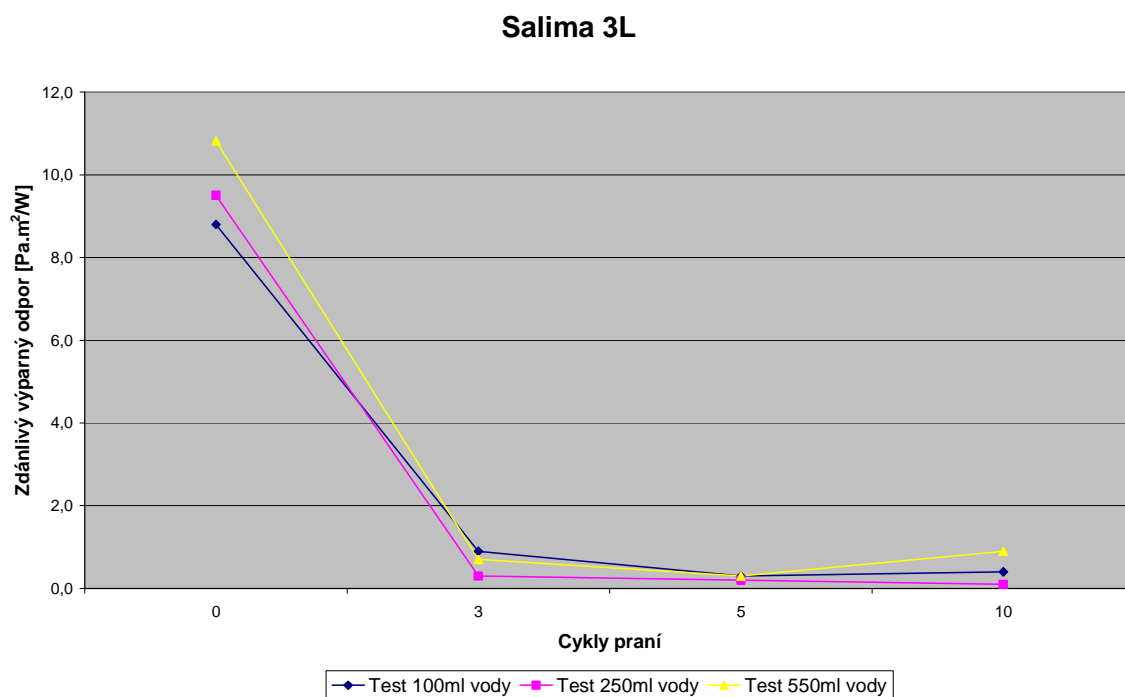


PŘÍLOHA Č.2

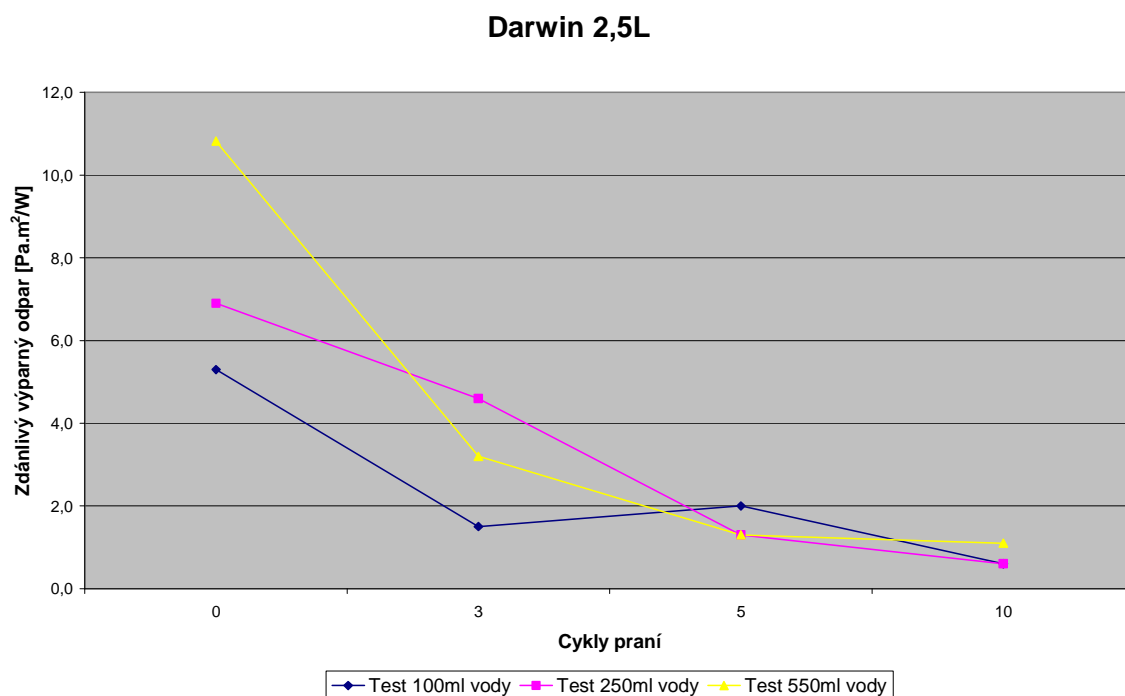
Měření za mokra – zdánlivý výparný odpor

Vzorek	Cykly praní					Stupeň zavlhčení [ml]
	0	3	5	10	CH	
Salina 3L	8,8	0,9	0,3	0,4	10,6	100
	9,5	0,3	0,2	0,1	9,0	250
	10,8	0,7	0,3	0,9	10,6	550
Darwin 2,5L	5,3	1,5	2,0	0,6	6,9	100
	6,9	4,6	1,3	0,6	6,9	250
	10,8	3,2	1,3	1,1	6,9	550
Darwin 3L	6,1	3,0	4,7	4,2	8,0	100
	8,1	2,1	0,7	0,9	6,3	250
	7,8	2,1	1,3	2,4	8,0	550
Jason 2,5L	4,2	1,3	1,3	1,1	6,1	100
	5,1	0,7	0,6	1,1	4,3	250
	5,8	1,3	1,5	1,3	6,1	550
Proline 3L	20,6	5,2	6,8	5,2	11,9	100
	10,8	7,4	1,2	1,2	6,9	250
	11,2	1,5	1,3	1,4	11,9	550
Lagen Laminat	33,2	4,0	9,8	3,5	22,3	100
	30,8	23,5	1,0	1,2	12,8	250
	33,2	2,0	2,5	1,6	22,3	550

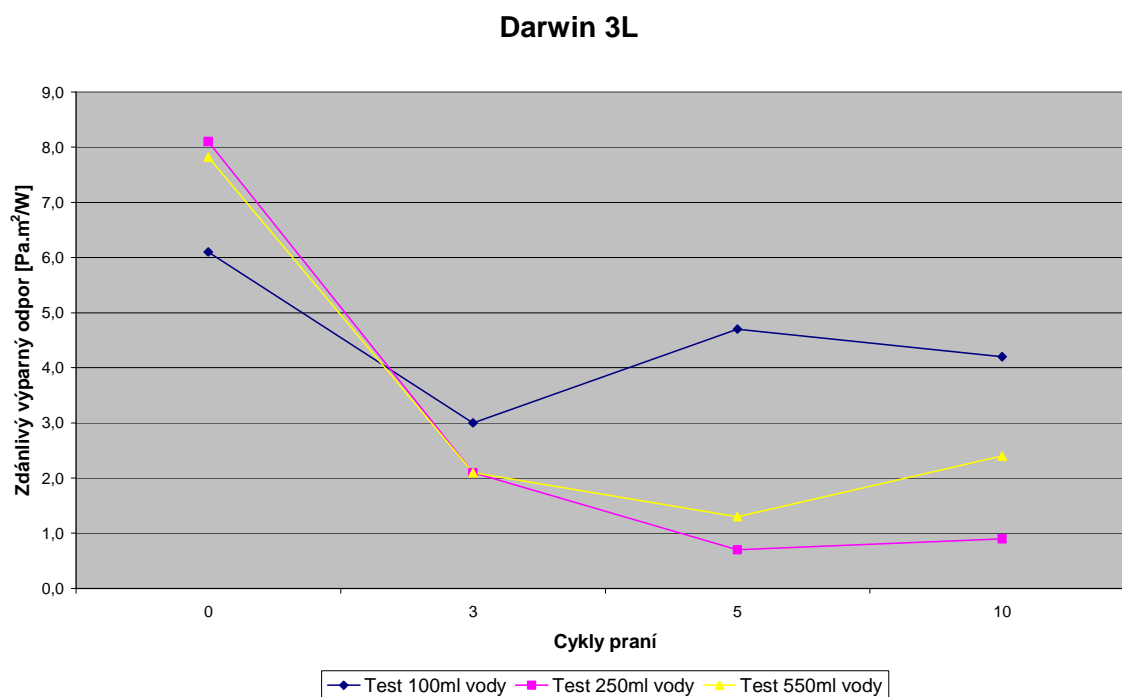
Salima 3L



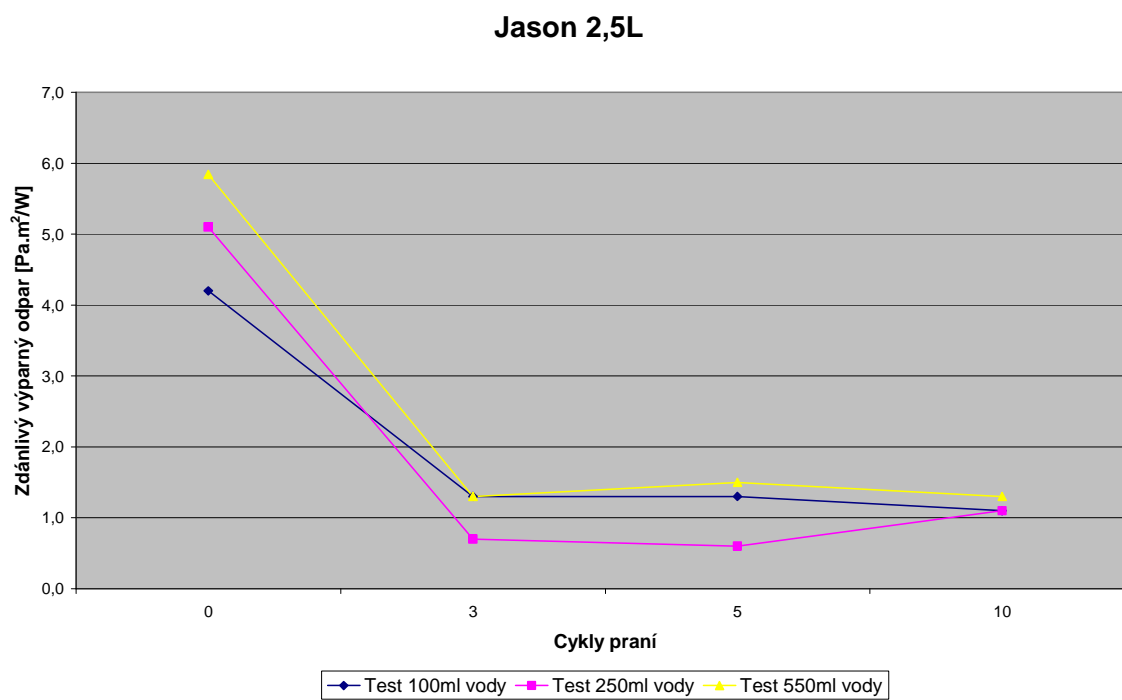
Darwin 2,5L



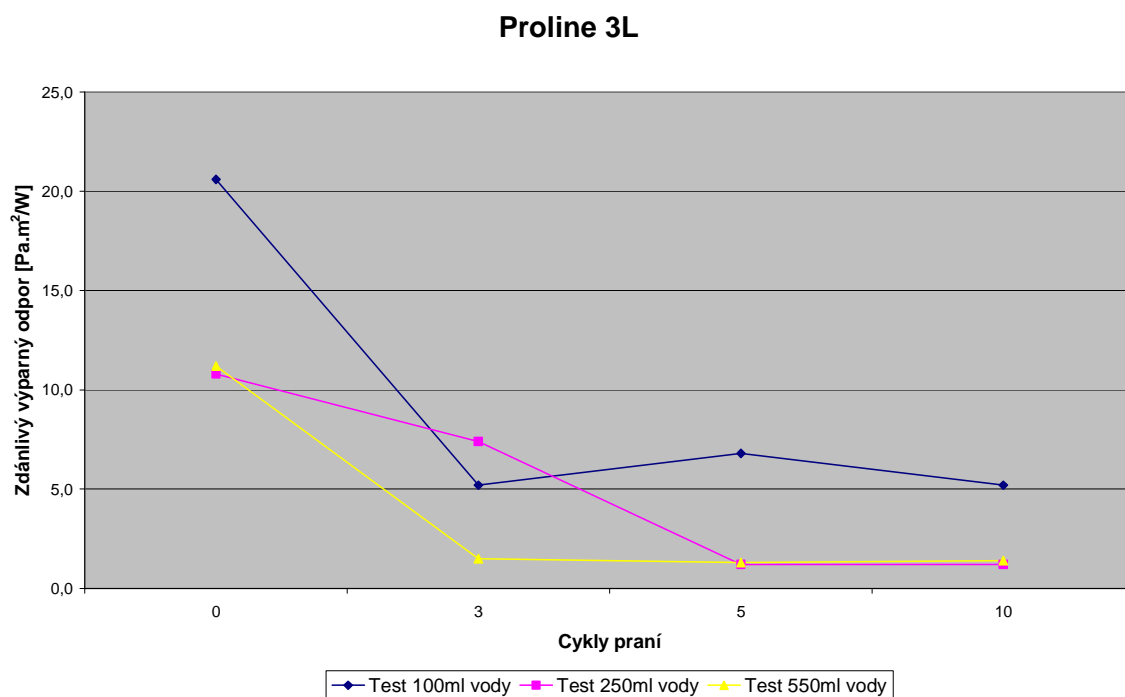
Darwin 3L



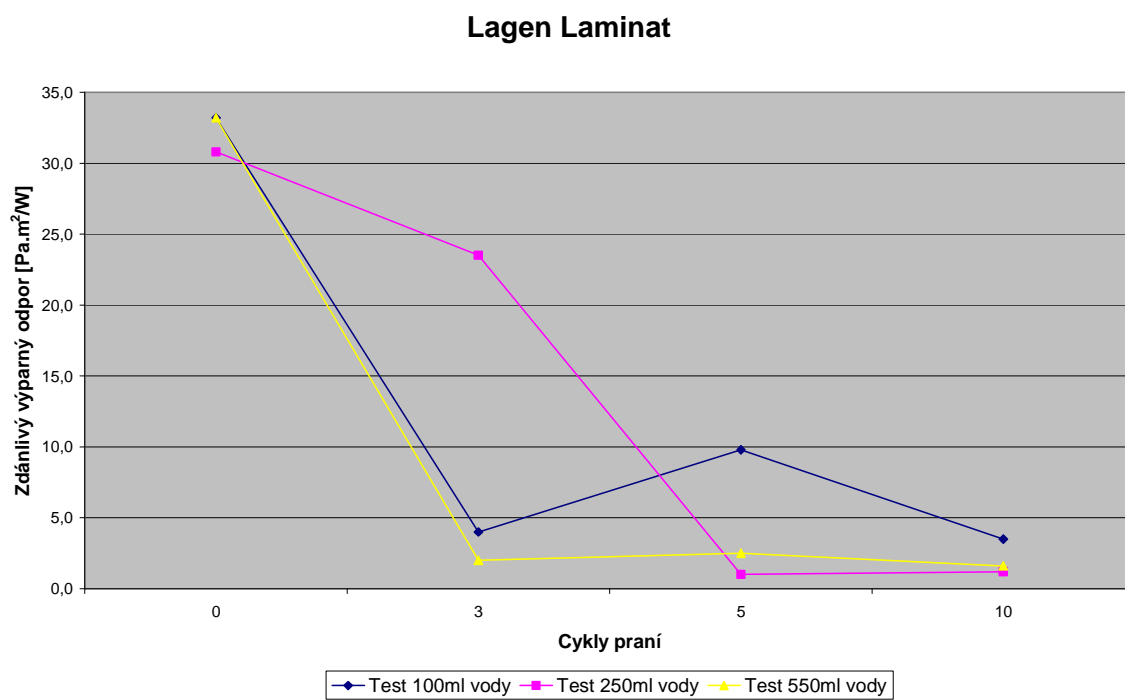
Jason 2,5L



Proline 3L



Lagen Laminat



PŘÍLOHA Č.3

Měření za mokra – zavlhčení 100 ml destilované vody

Po 3 cyklech praní

Vzorek	Měřené parametry	Normální podmínky	S nepropustnou fólií	Váha [g]	Čas [min]
Salima 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	0,9	1,9	6,04	10
	p[%]	84,8	70,7		
Darwin 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,5	4,4	11,74	13
	p[%]	74,9	51,0		
Darwin 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	3,0	4,0	13,97	16
	p[%]	61,5	53,0		
Jason 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,3	1,9	13,18	20
	p[%]	78,1	70,1		
Proline 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	5,2		20,04	23
	p[%]	46,0			
Lagen Laminat	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	4,0		20,02	21
	p[%]	60,7			

Po 5 cyklech praní

Vzorek	Měřené parametry	Normální podmínky	S nepropustnou fólií	Váha [g]	Čas [min]
Salima 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	0,3	1,3	6,81	20
	p[%]	93,1	76,1		
Darwin 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	2,0	2,6	12,67	23
	p[%]	68,2	62,2		
Darwin 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	4,7	8,4	13,41	25
	p[%]	47,5	33,4		
Jason 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,3	3,2	13,89	12
	p[%]	76,5	57,9		
Proline 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	6,8		17,57	15
	p[%]	38,5			
Lagen Laminat	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	9,8		19,55	23
	p[%]	28,2			

Po 10 cyklech praní

Vzorek	Měřené parametry	Normální podmínky	S nepropustnou fólií	Váha [g]	Čas [min]
Salima 3L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	0,4	2,9	12,77	11
	p[%]	93,3	62,7		
Darwin 2,5L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	0,6	1,4	24,58	26
	p[%]	89,7	77,0		
Darwin 3L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	4,2	7,4	13,66	17
	p[%]	58,8	45,2		
Jason 2,5L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	1,1	2,9	15,35	20
	p[%]	81,8	63,0		
Proline 3L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	5,2		34,82	15
	p[%]	46,7			
Lagen Laminat	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	3,5		19,14	29
	p[%]	58,7			

PŘÍLOHA Č.4**Měření za mokra – zavlhčení s 250 ml destilované vody****Originální vzorek**

Vzorek	Měřené parametry	Naměřené hodnoty	Váha [g]	Čas [min]
Salima 3L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	9,5	5,02	28
	p[%]	32,0		
Darwin 2,5L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	6,9	9,99	24
	p[%]	39,4		
Darwin 3L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	8,1	11,08	26
	p[%]	35,6		
Jason 2,5L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	5,1	11,79	28
	p[%]	50,4		
Proline 3L	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	10,8	15,33	29
	p[%]	31,9		
Lagen Laminat	$R_{et} [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$	30,8	15,97	27
	p[%]	14,3		

Po 3 cyklech praní

Vzorek	Měřené parametry	Naměřené hodnoty	Váha [g]	Čas [min]
Salima 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	0,3	6,25	24
	p[%]	93,3		
Darwin 2,5L	R_{et} [Pa.m ² /W]	4,6	12,00	24
	p[%]	52,6		
Darwin 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	2,1	14,10	22
	p[%]	70,3		
Jason 2,5L	R_{et} [Pa.m ² /W]	0,7	13,48	26
	p[%]	89,4		
Proline 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	7,4	20,07	24
	p[%]	44,0		
Lagen Laminat	R_{et} [Pa.m ² /W]	23,5	20,00	23
	p[%]	19,6		

Po 5 cyklech praní

Vzorek	Měřené parametry	Naměřené hodnoty	Váha [g]	Čas [min]
Salima 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	0,2	7,23	28
	p[%]	97,1		
Darwin 2,5L	R_{et} [Pa.m ² /W]	1,3	13,08	26
	p[%]	80,4		
Darwin 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	0,7	13,66	25
	p[%]	88,3		
Jason 2,5L	R_{et} [Pa.m ² /W]	0,6	14,56	23
	p[%]	90,7		
Proline 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	1,2	17,99	24
	p[%]	82,3		
Lagen Laminat	R_{et} [Pa.m ² /W]	1,0	19,81	24
	p[%]	84,1		

Po 10 cyklech praní

Vzorek	Měřené parametry	Naměřené hodnoty	Váha [g]	Čas [min]
Salima 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	0,1	13,19	21
	p[%]	98,1		
Darwin 2,5L	R_{et} [Pa.m ² /W]	0,6	25,04	37
	p[%]	88,2		
Darwin 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	0,9	14,31	19
	p[%]	84,2		
Jason 2,5L	R_{et} [Pa.m ² /W]	1,1	15,90	38
	p[%]	82,2		
Proline 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	1,2	35,19	19
	p[%]	80,6		
Lagen Laminat	R_{et} [Pa.m ² /W]	1,2	19,39	19
	p[%]	80,8		

Chemické čištění

Vzorek	Měřené parametry	Naměřené hodnoty	Váha [g]	Čas [min]
Salima 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	9,0	7,78	21
	p[%]	35,9		
Darwin 2,5L	R_{et} [Pa.m ² /W]	6,9	14,84	31
	p[%]	41,6		
Darwin 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	6,3	16,89	20
	p[%]	44,3		
Jason 2,5L	R_{et} [Pa.m ² /W]	4,3	16,98	29
	p[%]	54,5		
Proline 3L	R_{et} [Pa.m ² /W]	6,9	24,97	30
	p[%]	41,6		
Lagen Laminat	R_{et} [Pa.m ² /W]	12,8	23,46	31
	p[%]	28,3		

PŘÍLOHA Č.5**Měření za mokra – zavlhčení s 550 ml destilované vody****Po 3 cyklech praní**

Vzorek	Měřené parametry	Normální podmínky	S nepropustnou membránou	Váha	Čas
Salima 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	0,7	3,8	6,48	19
	p [%]	89,8	61,7		
Darwin 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	3,2	11,9	12,14	16
	p [%]	61,0	31,0		
Darwin 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	2,1	5,1	14,39	25
	p [%]	72,1	50,8		
Jason 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,3	2,4	13,55	26
	p [%]	79,7	68,8		
Proline 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,5		20,48	14
	p [%]	76,1			
Lagen Laminat	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	2,0		20,19	14
	p [%]	68,4			

Po 5 cyklech praní

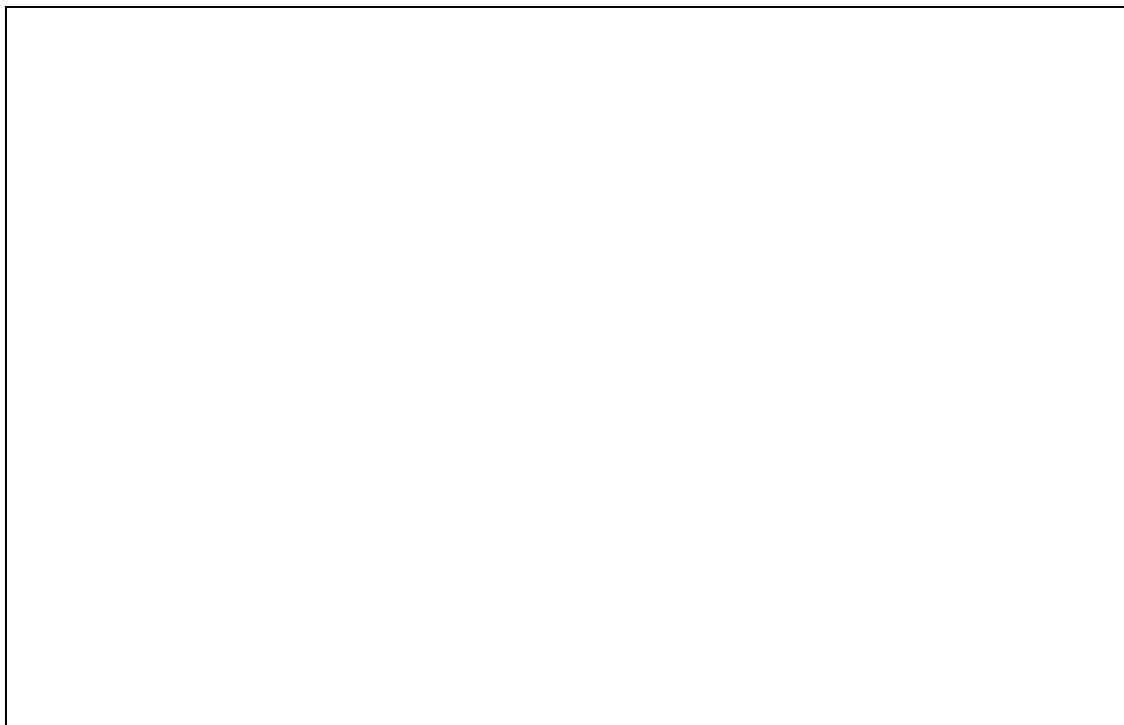
Vzorek	Měřené parametry	Normální podmínky	S nepropustnou membránou	Váha	Čas
Salima 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	0,3	3,9	7,46	25
	p [%]	94,0	58,3		
Darwin 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,3	4,4	13,37	31
	p [%]	80,1	54,8		
Darwin 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,3	3,8	14,13	35
	p [%]	80,1	57,9		
Jason 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,5	3,9	14,33	14
	p [%]	75,8	54,6		
Proline 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,3		18,50	13
	p [%]	77,6			
Lagen Laminat	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	2,5		20,08	24
	p [%]	71,8			

Po 10 cyklech praní

Vzorek	Měřené parametry	Normální podmínky	S nepropustnou membránou	Váha	Čas
Salima 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	0,9	6,0	13,72	18
	p [%]	84,5	44,0		
Darwin 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,1	3,6	25,27	12
	p [%]	80,2	51,2		
Darwin 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	2,4	6,2	14,71	13
	p [%]	61,1	38,5		
Jason 2,5L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,3	4,0	15,97	20
	p [%]	78,3	52,9		
Proline 3L	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,4		35,72	12
	p [%]	76,7			
Lagen Laminat	$R_{et}[\text{Pa.m}^2/\text{W}]$	1,6		19,69	15
	p [%]	75,0			

PŘÍLOHA Č.6

Vzorek materiálu



Vzorek Salima 3L po 10 cyklech praní

Naměřené hodnoty vzorku Salima 3L

Měření za sucha

Měřené parametry	Naměřené hodnoty
p [%]	35,44
R_{et} [Pa.m ² /W]	7,68

Měření za mokra

Stupeň zavlhčení [ml]	Měřené parametry	Normální podmínky	S nepropustnou fólií	Váha [g]	Čas [min]
100	$R_{et}[\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}]$	0,4	2,9	12,77	11
	p[%]	93,3	62,7		
250	$R_{et}[\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}]$	0,1		13,19	21
	p[%]	98,1			
550	$R_{et}[\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}]$	0,9	6,0	13,72	18
	p [%]	84,5	44,0		